

UNION GÉODÉSIQUE ET GÉOPHYSIQUE

UNIVERSITY OF HAWAII  
LIBRARY

JUL 19 '50

# Bulletin volcanologique

ORGANE DE

**l'Association de Volcanologie**

de l'Union géodésique et géophysique internationale

Publié par le Secrétaire général

FRANCESCO SIGNORE

---

Série II — Tome VII

---

B. V.

NAPOLI

R. STABILIMENTO TIPOGRAFICO FRANCESCO GIANNINI & FIGLI  
Via Cisterna dell'Olio  
1940 - XIX

*Printed in Italy*

# BULLETIN VOLCANOLOGIQUE

Organe de l'ASSOCIATION DE VOLCANOLOGIE  
de l'Union géodésique et géophysique internationale.

Série II. - Tome VII. - 1940.

## CONDITIONS DE PUBLICATION

1. Commission de Publication. — La Commission de Publication est constituée par le Comité exécutif de l'Association de Volcanologie de l'Union géodésique et géophysique internationale :

Elections d'Édimbourg, 1936. Président : Prof. A. MICHEL-LÉVY (France) ; V. Présidents : Dr T. JAGGAR (Etats Unis) ; Dr J. E. RICHEY (Angleterre) ; Prof. Dr B. G. ESCHER (Hollande) ; Secrétaire général : Prof. F. SIGNORE (Italie).

2. Correspondance. — Pour toute communication relative au Secrétariat général de l'Association internationale de Volcanologie et à la rédaction adresser : Prof. F. SIGNORE, Via Tasso, 199. Napoli - (Italie).

3. Insertions. — Seuls sont insérés, s'il y a lieu, les articles ayant pour auteurs les Membres des Comités nationaux et des Sections volcanologiques et les Volcanologues délégués officiels aux Assemblées générales de l'Union, ou *les articles d'autres présentés par ces personnalités*.

Les opinions et théories émises n'engagent que leurs auteurs.

Les textes adressés au Secrétaire doivent être *dactylographiés*, au recto seulement, *sous leur forme définitive*, les figures bien dessinées, de préférence sur carton blanc du type bristol, prêtées à être reproduites par clichage typographique. Il est avantageux de les faire dessiner plus grandes qu'elles ne doivent l'être dans le Bulletin.

Les originaux des articles et dessins ne sont pas rendus.

4. Bibliographie. — Toute publication adressée au Secrétaire fera l'objet d'un compte rendu sommaire analytique (non critique). Les auteurs sont priés de joindre eux-mêmes ce compte rendu à la publication, en lui donnant une étendue proportionnée à l'importance de celle-ci.

(Voir la suite à p. 3 de la couverture)

# Bulletin volcanologique

ORGANE DE

l'Association de Volcanologie  
de l'Union géodésique et géophysique internationale

Publié par le Secrétaire général

FRANCESCO SIGNORE

---

Série II — Tome VII

---

B. V.

NAPOLI

R. STABILIMENTO TIPOGRAFICO FRANCESCO GIANNINI & FIGLI  
Via Cisterna dell'Olio  
1940 - XVIII

Pour toute communication relative au Secrétariat général de l'Association internationale de Volcanologie, adresser: Prof. **FRANCESCO SIGNORE**,  
Via Tasso, 199 - Napoli - Italie.

Téléph. 15749

Per.

QE

521,5

B 874

SER. 2

n. 79

# Septième Assemblée Générale à Washington

du 6 au 15 Septembre 1939

## 2<sup>e</sup> PARTIE

GUIDO CAROBBI

### Ricerche vesuviane

La conoscenza degli elementi e dei composti chimici che costituiscono i miscugli salini delle fumarole credo abbia notevole importanza per la vulcanologia ed in genere poi per la geochemica.

Il processo geochemico di cristallizzazione frazionata dei magmi fusi tende ad arricchire i residui della cristallizzazione non solamente dei costituenti minori del magma ma in particolare di quei costituenti minori che per il loro raggio ionico ed in conseguenza per gli edifici cristallini ai quali possono dar luogo non hanno la possibilità di entrare nei reticolati dei minerali della lava. In conseguenza fra i prodotti di sublimazione o di origine pneumatolitica non si troveranno composti di quei costituenti minori che hanno avuto la possibilità di entrare (tenuto anche conto della loro abbondanza) nei minerali costituenti delle lave.

Fra gli elementi dei quali si arricchisce il residuo è tipico il boro che, per il suo piccolo raggio ionico e per i composti ai quali può dar luogo, è escluso dai minerali comuni delle lave e lo si rinviene in composti suoi propri; in particolare esso è caratteristico sotto forma di sassolino delle fumarole a più bassa temperatura<sup>1)</sup> ma se è presente

<sup>1)</sup> ZAMBONINI lo rinvenne nel 1909 nell'Atrio del Cavallo in una fumarola a realgar. LACROIX e ZAMBONINI lo trovarono nel 1908 nelle fumarole dell'orlo craterico misto a solfo e gesso. Nel periodo 1912-14 anche MALLADRA l'osservò più volte sull'orlo craterico (*Mineralogia vesuviana*, II ediz., Napoli, pag. 69).

acido fluoridrico lo si trova anche nelle fumarole a cloruri alcalini del cratere sotto forma di fluoborati<sup>1)</sup>.

Il rame ed il piombo solo in minima quantità possono entrare in altri minerali costituenti ordinari delle lave; perciò i loro composti sono frequenti fra i prodotti fumarolici. Di rame si conoscono infatti molti minerali: atacamite, mitscherlichite, clorotionite, euclorina, dolerofanite, vespina ecc.; del piombo sono abbastanza comuni la cotunnite e la palmierite. ALFANI ha dosato 0.18% PbO nell'augite pneumatolitica, nella stessa augite è stato trovato CuO % 0.05 ed in quella diopsidica dei blocchi calcarei PbO 0.18 e CuO 0.05; nella forsterite PbO 0.06, CuO 0.03.

Sembrano invece quasi totalmente camuffati negli altri minerali il cobalto ed il nichel strettamente isomorfogeni col magnesio. Noi li abbiamo ritrovati nell'augite pneumatolitica e nella forsterite dei blocchi calcarei metamorfosati.

Lo zinco sembra comportarsi in modo analogo. Solo PALMIERI<sup>2)</sup> avrebbe trovato solfato di zinco nelle fumarole delle lave del 1867; dopo non si hanno altre notizie di composti di zinco; però MINGUZZI (pag. 30) ha trovato di recente zinco nelle aftitaliti, ALFANI ed io nell'augite nel cratere. Ed anche l'antimonio da noi trovato per la prima volta nelle augiti vesuviane (pag. 38) ed in un miscuglio a solfato di alluminio (pag. 24) non sembra sia rappresentato nelle fumarole da minerali propri (solo FREDA<sup>3)</sup>, in una crosta delle lave del 1834, dice di aver trovato ossido di antimonio).

Altro tipico rappresentante di quegli elementi che per la loro costituzione danno minerali propri è il vanadio. Ricordo il vanadato di rame: la vespina delle lave del 1631<sup>4)</sup>.

1) L'avogadrite cesifera è stata scoperta da ZAMBONINI nelle fumarole del giugno-luglio 1924. (Rend. R. Accad. Lincei, serie 6<sup>a</sup>, pag. 144, 1<sup>o</sup> sem. (1926)). Successivamente fluoborati non cesiferi furono rinvenuti da me (Ibidem., 2<sup>o</sup> sem., pag. 82 (1926)). Un altro fluoborato, quello sodico, è descritto in questo lavoro (pag. 5).

2) Rend. R. Accad. Scienze, Napoli 1871, pag. 13.

3) Rend. R. Accad. Scienze, Napoli 1879, pag. 12.

4) Vedi ZAMBONINI e CAROBBI. Atti R. Acc. Scienze, Napoli, XVII, n.<sup>o</sup> 10, (1926).

La conoscenza chimica dettagliata dei minerali delle fumarole porta quindi anche un contributo per l'interpretazione, in generale, della geochemica del vulcano.

Nelle pagine che seguono ho creduto utile di riassumere, per i vulcanologi, le ricerche sui prodotti delle fumarole vesuviane eseguite da me e dai miei allievi M. ALFANI e C. MINGUZZI dopo il 1932. In tale anno scomparve il più grande illustratore dei minerali vesuviani : Ferruccio ZAMBONINI e noi intendiamo dedicare alla sua memoria questi nostri molto modesti risultati.

Ho diviso la materia in capitoli : nel primo ho descritto i minerali nuovi non solo per il Vesuvio ma anche come specie mineralogica ; nel 2º i minerali finora non osservati al Vesuvio ; nel 3º le nuove ricerche eseguite su minerali già noti ed i loro nuovi ritrovamenti.

Ho aggiunto lo studio della cuprorivaite, prodotto non delle fumarole e alcune notizie sulla forsterite e sull'augite diopsidica dei blocchi calcarei metamorfosati del Monte Somma.

### Nuovi minerali fra i prodotti vesuviani.

Un lungo e dettagliato esame di varie porzioni di prodotti di una fumarola di un canale lavico formatosi nel maggio 1924 nel fondo del cratere ha permesso di identificare il composto  $\text{NaBF}_4$  finora non rinvenuto in natura e per il quale ho proposto il nome di *ferruccite* in onore di Ferruccio ZAMBONINI<sup>1)</sup>.

Le sublimazioni suddette sono di colore giallo, in alcuni punti giallo ruggine e bollose ; con la lente non è possibile distinguere alcun cristallo.

L'analisi quantitativa è stata eseguita separatamente sulla parte solubile in acqua a caldo, parte che contiene il nuovo minerale e sulla parte insolubile in acqua.

1) Il nome di zamboninite è stato utilizzato da STELLA-STARRABBA (Boll. Soc. Geol. Ital. 48, pag. 259 (1929)) per distinguere un fluoruro di calcio e magnesio trovato sulle lave dell'Etna.

Vedi Periodico di Mineralogia, Anno IV, n.º 3 (1933).

I risultati possono essere così riassunti :

		R.M.
Parte insolubile in acqua a caldo	SiO <sub>2</sub>	21.07      0.349
	F	28.63      1.507
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.49      0.103
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.02      0.006
	H <sub>2</sub> O	5.05
		<hr/>
		66.26
	O per F <sub>2</sub>	12.05
		<hr/>
		54.21
Parte solubile	SiO <sub>2</sub>	0.60      0.010
	F	6.82      0.359
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.91      0.028
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.49      0.009
	CaO	0.01
	Na <sub>2</sub> O	5.05      0.081
	K <sub>2</sub> O	2.97      0.031
	Cl	1.30      0.037
	H <sub>2</sub> O a 110°	4.46      0.248
	HBO <sub>2</sub> per diff.	24.01      0.564
		<hr/>
		103.83
	O per F <sub>2</sub>	2.87
	O per Cl <sub>2</sub>	0.29
	H <sub>2</sub> O per 4 F <sub>2</sub>	0.67
		<hr/>
		3.83
		<hr/>
		100.00

Tutto il fluoro si trova allo stato di fluosilicato o fluoborato. Dall'analisi si vede subito che deve essere presente una notevole quantità di acido borico libero e ciò è confermato dalle indagini ottiche.

Al microscopio infatti sono facilmente identificabili le lamelle di acido borico ed inoltre qualche raro cristallo di fluosilicato sodico in prismi esagonali e del fluosilicato di potassio cubico nonché dei cristallini di avogadrite<sup>1)</sup>.

La mia attenzione è stata poi richiamata da dei rari cristallini in tavolette a contorno rettangolare birifrangenti

<sup>1)</sup> Vedi Rend. R. Accad. Naz. Lincei, serie 6<sup>a</sup>, vol. IV, pag. 306 e 382 (1926).

sicuramente biassici. Dalle tavolette in questione emerge normalmente la normale ottica o la bisettrice ottusa e in tal caso la traccia del piano degli assi ottici è parallela ad una coppia dei lati del contorno ed è positiva; i cristalli sono quindi anch'essi positivi. Nettissime si vedono due direzioni di sfaldatura normali fra di loro e rispettivamente parallele alle due coppie di spigoli laterali.

L'indice di rifrazione medio è inferiore a quello della soluzione satura di fluoborato sodico ( $n = 1.318$ ); alcuni cristalli accuratamente isolati dettero alla fiamma la colorazione del boro e del sodio; escluso quindi che si trattasse di fluoborato potassico che ha gli indici assai più elevati si poteva pensare alla presenza del fluoborato sodico ed infatti una prima cristallizzazione frazionata della soluzione acquosa dette un terzo deposito contenente i cristallini tabulari già descritti con nettissime sfaldature ma di dimensioni comprese fra 0.04 e 0.07 mm.

Per l'identificazione era necessario anzitutto conoscere esattamente le proprietà ottiche del fluoborato sodico e poi cercare di ottenere cristalli più grossi del prodotto naturale concentrando lentamente la soluzione su acido solforico a pressione ridotta.

Il fluoborato di sodio è stato ripreparato di recente da E. WILKE-DÖRFURT e GÜNTHER BALZ<sup>1)</sup> trattando con carbonato sodico una soluzione di acido fluoborico al 35 %. Con lo stesso metodo io ho ottenuto cristalli rombici con habitus tabulare; molte altre preparazioni sono state fatte sciogliendo il carbonato sodico in HF al 40 % e aggiungendo poi l'acido borico. Per quanto siano state variate le proporzioni dei costituenti, la soluzione e le condizioni di ambiente non è stato mai possibile ottenere cristalli con un numero di angoli sufficiente per il calcolo delle costanti.

L'analisi ha dimostrato sempre che si trattava del composto  $\text{NaBF}_4$ ; da gr. 0.6792 di sale si ebbero infatti

1) Z. anorg. Chemie, 159, pag. 197 (1926) e Berichte d. deut. chem. Gesel., 65, pag. 535 (1932).

gr. 0.4273 di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  e cioè Na % 20.37 mentre per il sale in questione si calcola 20.93.

Il peso specifico è uguale a 2.496 a 19°; i cristalli presentavano le seguenti combinazioni di forme semplici :

$$\begin{aligned} b \{ 010 \}; a \{ 100 \}; c \{ 001 \}; m \{ 110 \} \\ b \{ 010 \}; a \{ 100 \}; c \{ 001 \} \end{aligned}$$

con due diversi habitus: o cristalli fortemente tabulari secondo { 010 } con esilissime faccette di { 100 } e talvolta anche di { 110 } oppure cristalli leggermente schiacciati secondo la base e con le facce del prisma sempre presenti ed abbastanza sviluppate. Dopo essermi accertato che le facce dei pinacoidi facevano fra di loro angoli di 90° ho misurato :

$\wedge$	Limiti delle misure	N	Media
(110) (100)	42.26' - 42.36'	9	42.31

da questo angolo si calcola  $a : b = 0.9169 : 1$

L'orientazione ottica è data dal seguente schema :

$$a = \gamma \quad b = \beta \quad c = \alpha$$

il piano degli assi ottici è (010); da (100) emerge la bisettrice acuta, i cristalli sono positivi. Il segno ottico è stato confermato anche sulle figure di interferenza con la lamina di mica e la bietta di quarzo. L'indice di rifrazione minore è stato determinato al goniometro col metodo della deviazione minima; si è avuto  $\alpha = 1.301$ .

Col compensatore ho misurato due birinfrangenze (lo spessore è stato fatto con l'oculare micrometrico a filo mobile)

$$\gamma - \beta = 0.0056 \text{ e } \gamma - \alpha = 0.0058$$

dalla seconda, tenendo conto del valore di  $\alpha$ , si ha  $\gamma = 1.3068$  e poi dalla prima  $\beta = 1.3012$ .

L'angolo degli assi ottici determinato al microscopio è risultato eguale a  $13^{\circ} \frac{1}{2}$ . Sfaldatura nettissima secondo i pinacoidi.

Stabilite le proprietà del composto artificiale è stata fatta una cristallizzazione frazionata del miscuglio naturale partendo da gr. 8.2980 di sostanza. Dopo aver eliminato, in quattro successive cristallizzazioni prive di fluoborato sodico, la maggioranza dei costituenti il liquido residuo tirato lentamente a secco su acido solforico dette dei bellissimi cristallini tabulari di  $\text{NaBF}_4$  mescolati a composti di ferro apparentemente amorfi.

Le dimensioni dei cristalli oscillavano fra 0.1 e 0.2 millimetri; le forme semplici presenti erano :

$$\{001\} \quad \{100\} \quad \{010\} \quad \{110\}$$

quest'ultima con facce esilissime e rare; i cristalli erano tabulari secondo (010). Nettissima la sfaldatura secondo i pinacoidi già osservata nei cristalli artificiali.

L'analisi qualitativa microchimica su cristalli accuratamente scelti ha dimostrata la presenza del sodio e di acido fluoborico oltre a tracce di potassio. Il peso specifico è risultato eguale a 2.497. I cristalli sono otticamente positivi. Con l'oculare micrometrico in sezione normale alla bisettrice acuta ho misurato  $2V = 120^{\circ} 1)$ ; col compensatore di Bereck, misurando al microscopio lo spessore del preparato, ho avuto :

$$\gamma - \beta = 0.0056$$

L'angolo piano formato dalle normali alle facce (110) e (010) è risultato eguale a  $48^{\circ}$  mentre per il composto artificiale si calcola  $47^{\circ}.59'$ . Tutti questi dati portano alla identificazione del  $\text{NaBF}_4$ . Identici cristallini si trovano in

1) Per passare da  $2E$  a  $2V$  mi sono servito del valore di  $\beta$  del composto artificiale.

modo indubbio anche nel prodotto non cristallizzato sebbene con dimensioni molto minori. Il prodotto sottoposto a ricristallizzazione conteneva circa il 71 % di parte insolubile; nella parte solubile secondo determinazioni molto approssimate vi sarebbero: circa il 60 % di hieratite, il 16 % di avogadrite, il 13 % di acido borico, l' 1 % di mulladrite e circa il 5 % del nuovo minerale ferruccite. Sono stati anche eseguiti due fotogrammi col metodo di DEBYE della ferruccite e del composto artificiale e sono risultati identici.

*Mercallite.* — Le fenditure incandescenti e stridenti delle lave del maggio-giugno 1933 ed in particolare quelle del fontanile lavico apertosi il 3 giugno 1933 alla base sud del conetto eruttivo nel fondo del cratere vesuviano erano ricche di miscugli salini assai interessanti dal punto di vista mineralogico.

La mia attenzione è stata attirata da una stalattite di colore azzurro molto chiaro lunga circa 15 cm. e ricca di bisolfati alcalini in precedenza mai segnalati fra i prodotti vesuviani.

In natura è già noto un minerale contenente bisolfati: la misenite rinvenuta da Arcangelo SCACCHI<sup>1)</sup> nella grotta dello zolfo a Capo Miseno e studiata da ZAMBONINI<sup>2)</sup> che la ritenne monoclinica e le assegnò la formula  $K_2SO_4 \cdot 6KHSO_4$ . Si tratta cioè di cristalli identici a quelli artificiali preparati da WYROUBOFF<sup>3)</sup> e poi da STORTENBEKER<sup>4)</sup> che per primo dimostrò che si trattava di un sale doppio e non di una fase monoclinica del bisolfato potassico come aveva pensato MARIGNAC.

<sup>1)</sup> Rend. R. Accad. delle Scienze, Napoli 1849, fasc. 4<sup>o</sup>, p. 322.

<sup>2)</sup> Rend. R. Accad. delle Scienze, Napoli, fasc. 12<sup>o</sup>, dicembre 1907.

<sup>3)</sup> Bull. Soc. Française de Min., vol. 7 (1884). — Z. für Krystal., vol. 11, 200.

<sup>4)</sup> Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas, vol. 21, 403 (1903).

I risultati dell'analisi quantitativa del miscuglio salino costituente la stalattite possono essere così riassunti :

	%	R.M.
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	65.68	0.676
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4.25	0.044
K <sup>+</sup>	21.99	0.562
Na <sup>+</sup>	3.67	0.159
Cu <sup>++</sup>	0.77	0.012
Ca <sup>++</sup>	0.25	0.006
Al <sup>+++</sup>	0.12	0.004
H <sub>2</sub> O su CaCl <sub>2</sub>	1.81	
H <sub>2</sub> a 110°	0.64	
Residuo ins. in H <sub>2</sub> O	0.57	
	99.75	

La miscela per riscaldamento fonde e poi svolge anidride solforica come i bisolfati alcalini. Come appare dai rapporti molecolari la somma dei cationi è uguale a quella degli anioni.

Il miscuglio è costituito in prevalenza da bisolfato potassico, deve però anche essere presente bisolfato sodico ed inoltre il 6-7 % di solfato neutro di sodio o potassio (con ogni probabilità almeno in parte legato al bisolfato sotto forma di misenite). La quantità di solfato neutro presente non è sufficiente per trasformare in misenite tutto il bisolfato potassico ; quindi, dall'analisi risulta in modo sicuro che deve essere presente il composto KHSO<sub>4</sub> isolato.

Le ricerche microscopiche hanno infatti permesso di individuare dei cristallini tabulari di dimensioni comprese fra 0.01 e 0.04 mm., fortemente birifrangenti, biassici positivi riferibili al bisolfato potassico.

Col metodo dell' immersione ho misurato  $\alpha = 1.445$  e  $\gamma = 1.491$ ; con alcuni frammenti di cristallo dai quali usciva quasi normalmente un asse ottico ho accertato che  $\beta$  è assai vicino a 1.460. Il peso specifico dei cristallini, isolati per quanto era possibile, oscillava fra 2.307 e 2.310.

Con il tavolino universale ho misurato  $2V_\gamma = 56^\circ$ .

Il bisolfato potassico artificiale, rombico bipiramidale, è stato misurato da RAMMELSBERG<sup>1)</sup> e TSCHERMAK<sup>2)</sup> e da MARIGNAC<sup>3)</sup> ed è otticamente positivo; su cristalli ottenuti per cristallizzazione frazionata del composto artificiale nei quali erano evidenti le seguenti forme semplici { 001 }, { 111 }, { 100 }, { 010 } ho misurato (per  $\lambda = 550 \mu\mu$ )  $\gamma = 1.491$  e  $\alpha = 1445$ ; al microscopio con l'oculare micrometrico in sezione normale alla bisettrice acuta ho avuto  $2E = 81.25^\circ$ ; da esso si calcola, col valore non esatto  $\beta = 1.460$ ,  $2V = 53^\circ$ .

In complesso i valori trovati confermano l'identità dei cristalli naturali con quelli del bisolfato potassico. Si tratta perciò di un nuovo minerale per il quale ho proposto il nome di mercallite in onore dell'illustre direttore del Reale Osservatorio Vesuviano Prof. Giuseppe MERCALLI<sup>4)</sup>.

*Fluoruro di alluminio magnesio, sodio e calcio, bisolfato sodico e fluoruro potassico.* Le stalattiti raccolte il 7 febbraio 1934 nella grotta cunicolo delle lave del dicembre 1933 nel quadrante N. E. del fondo del cratere vesuviano contengono nell'interno un prodotto nuovo per le fumarole vesuviane: un fluoruro di alluminio magnesio e calcio e sono rivestite esternamente da una polvere bianco grigia: miscuglio di bisolfati alcalini che hanno in parte attaccato i sottostanti fluoruri.

In qualche punto delle stalattiti in esame, lunghe circa 10 cm. e di colore giallo chiaro per il ferro che contengono, ho potuto nettamente identificare dei cristallini di eritrosiderite.

L'analisi ha presentato qualche difficoltà dovendosi dosare fluoruri in presenza di fluosilicati, bisolfati, ecc. Sono presenti contemporaneamente: H dei bisolfati e del

1) Poggendorffs Ann. d. Phys., vol. 97, 92 (1856).

2) GROTH. *Chemische Krystallographie*, vol. II, pag. 318, Leipzig 1908.

3) Annales d. mines, vol. 9, 5 (1856).

4) Nato a Milano il 21 maggio 1850 e morto a Napoli, vittima di un incendio, la notte dal 18 al 19 marzo 1914. Vedi Annali del R. Osserv. Vesuviano, Ser. 3<sup>a</sup>, vol. I<sup>o</sup> (1924).

l'acido cloridrico o fluoridrico liberi e OH del fluoruro basico di alluminio dell'interno della stalattite (col quale del resto i bisolfati che costituiscono la parte esterna non sono capaci di reagire a freddo). Inoltre le stalattiti sono imbevute di una soluzione di acido fluoridrico e cloridrico.

L'acidità è stata determinata con idrossido di sodio n/10 ed è stata espressa in H % giacchè i calcoli mostrano che essa è leggermente superiore a quella necessaria per trasformare tutto l' $\text{SO}_4^{''}$  nell'anione  $\text{HSO}_4'$ ; vi è perciò dell'acido libero che imbeve la massa; e non sarebbe neanche stato esatto calcolare tutto l' $\text{SO}_4^{''}$  come  $\text{HSO}_4'$  e quindi per differenza l'acido libero perchè le indagini mostrano che vi sono anche dei rari cristalli di solfati neutri.

I risultati complessivi sono i seguenti :

Si	0.58	0.020
Cl	2.45	0.069
F	28.73	1.512
OH	12.41	0.730
$\text{SO}_4^{''}$	14.87	0.155
H	0.20	0.198
Fe	0.16	0.003
Al	15.05	0.555
Ca	4.42	0.110
Mg	4.83	0.199
K	5.23	0.134
Na	6.10	0.265
$\text{NH}_4$ assente		
$\text{H}_2\text{O}$	4.50	
		99.53

L'indagine microscopica ha permesso di accertare che nel miscuglio predomina un composto apparentemente amorfico con indice di rifrazione compreso fra 1.41 e 1.40 (per molti frammenti ho trovato  $n = 1.406$ ).

Non si tratta di fluoruro di alluminio; questo sale da me preparato per precipitazione è asciugato ha mostrato di avere un indice inferiore a 1.363; è esclusa anche la presenza di fluellite che ha indici superiori. D'altra parte la sostanza sembra omogenea e non può quindi

pensarsi alla thomsenolite che avrebbe indici vicini o ad altri fluoruri doppi o tripli.

Sembra dunque trattarsi di un nuovo minerale ma non posso proporre un nome perchè non è isolabile allo stato puro e non sono determinabili le sue proprietà ottiche e cristallografiche con esattezza.

Se si detrae col calcolo i fluosilicati alcalini netamente identificati e si suppone che tutto l'acido cloridrico sia allo stato libero (infatti non sono presenti cloruri alcalini mentre il campione svolge HCl ma non HF o H<sub>2</sub>Si F<sub>6</sub>) si ottiene :

	R.M.
SO <sub>4</sub>	0.026
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.129
Al	0.555
Ca	0.110
Mg	0.199
K, Na	0.359
F	1.392
OH	0.730

e detraendo anche i bisolfati alcalini sicuramente presenti ed il solfato neutro di alluminio si avrebbe :

Al	0.437	4.1
Ca	0.110	1
Mg	0.199	1.9
Na	0.230	2.1
F, OH	2.122	20

e quindi la probabile formula CaF<sub>2</sub>. 2 MgF<sub>2</sub>. 2 NaF. 4 Al (F,OH)<sub>3</sub>. La polvere grigia che riveste parzialmente la stalattite isolata con una spazzola ha dato all' analisi i seguenti risultati :

	%	R.M.
Si	0.38	0.013
SO <sub>4</sub>	52.83	0.550
H	0.69	0.685
F	7.95	0.418
Cl	5.11	0.144
Cu	0.69	0.011
Fe	0.22	0.004

Fe"	0.02	
Al	0.37	0.014
Ca	0.19	0.005
K	13.48	0.345
Na	13.71	0.596
NH <sub>4</sub>	0.30	0.017
H <sub>2</sub> O	3.41	
H <sub>2</sub> O su Ca Cl <sub>2</sub>	0.43	
		99.78

Come appare dall' analisi sono anche presenti piccole quantità di solfati neutri ciò che era prevedibile considerando che i bisolfati hanno in parte reagito con i sottostanti fluoruri. L' indagine microscopica, assai complicata dalle dimensioni dei cristalli (0.02 — 0.005 mm.), ha permesso l' identificazione della mercallite con  $\alpha = 1.445$  e  $\gamma = 1.491$ . L' analisi mostra che è sicuramente presente anche il bisolfato sodico. Si tratta con qualche probabilità del sale monoidrato monoclinico con  $\alpha = 1.43$   $\beta = 1.46$  e  $\gamma = 1.47$ . Trattandosi di indici compresi fra i due della mercallite non è possibile la sicura identificazione e mi astengo dal proporre un nome per questa nuova specie mineralogica. Ricordo che il bisolfato sodico era con ogni probabilità presente anche nel miscuglio dove fu scoperta la mercallite.

Nei prodotti della riceristallizzazione da soluzioni acqueose della stalattite in esame ho sicuramente identificato cristalli di fluoruro potassico composto finora mai rinvenuto in natura ma che non è stato possibile identificare in modo sicuro nel miscuglio originale.

*Cuprorivaite.* MINGUZZI ha studiato un miscuglio di quarzo con granuli azzurri costituiti da un silicato di rame e calcio raccolto sulle lave vesuviane in località non precisata.

I granuli azzurri sono assolutamente non separabili dal quarzo in quantità sufficiente per l' analisi e si è dovuto ricorrere ad un approssimato dosaggio chimico del quarzo.

Attaccando il miscuglio con acido fluoridrico al 6 % il minerale azzurro passa in soluzione mentre il quarzo

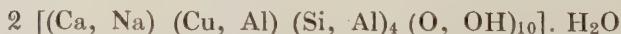
rimane quasi inattaccato e può essere pesato dopo averlo purificato dalla silice proveniente dal minerale trattando con carbonato sodico al 5 % (le piccole quantità di fluoruro di calcio venivano dosate eliminando il quarzo con HF e acido solforico).

Contemporaneamente si eseguivano le stesse operazioni, nelle medesime condizioni di tempo, temperatura e concentrazioni, su del quarzo puro per determinare la quantità di esso che veniva attaccato. Si è così trovato che il miscuglio conteneva circa il 33.2 % di quarzo.

	L'analisi totale ha dato :		R. A.	R. A.	Numero di atomi		
				a base 16	in base a (O.OH) = 10		
	dopo detrazione il quarzo		Si	1.0408	3.903	3.85	{ 0.15 } 4.00
SiO <sub>2</sub>	74.94	62.51	Al	0.0578	0.217	0.22	{ 0.07 }
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.97	2.95	Fe	0.0042	0.016	0.01	{ 0.01 }
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.23	0.34	Cu	0.2039	0.764	0.75	{ 0.75 }
CuO	10.82	16.23	Ca	0.2136	0.800	0.79	{ 0.79 }
CaO	7.99	11.98	Na	0.0822	0.308	0.30	{ 0.30 }
K <sub>2</sub> O	0.67	1.00	K	0.0212	0.079	0.08	{ 0.08 }
Na <sub>2</sub> O	1.70	2.55	O	2.6438	9.914	9.54	{ 9.54 }
H <sub>2</sub> O	1.62	2.43			16.001	OH = 0.46	10.00
	99.94	100.00					

Si è ammesso che una parte dell'ossigeno sia sostituita dall'ossidrile mentre il silicio viene sostituito dall'alluminio; abbiamo anche considerata possibile la sostituzione dell'aggruppamento Cu Si con Al<sub>2</sub> analogamente a quanto si verifica per Mg Si.

La formula è la seguente :



Alcuni anni addietro studiando la litidionite vesuviana e la neocianite di Arcangelo SCACCHI io rivendicai<sup>1)</sup> il nome di rivaite per il composto (Ca, Na<sub>2</sub>) Si<sub>2</sub> O<sub>5</sub> che ZAMBONINI definì esattamente per la prima volta e riprodusse.

Il nuovo minerale può essere considerato un sale doppio fra la rivaite ed una rivaite di rame Cu Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; però fra

<sup>1)</sup> Rend. R. Accad. Scienze, Napoli, serie III, vol. 36 (1930).

i due sali di calcio e di rame deve ammettersi (come risulta dall' analisi) una solubilità limitata allo stato solido analogamente a quanto avviene fra il composto dell'enstatite ed il corrispondente sale di calcio nel diopside.

I granuli azzurri di cui sopra hanno un peso specifico di 2.866. Col metodo della linea di BECKE al microscopio MINGUZZI ha trovato  $\alpha = 1.589$  e  $\beta = 1.627$ . Con l'oculare micrometrico ed una lamina di mica ad angolo degli assi ottici noto si è avuto  $2V_\alpha = 13^\circ.14'$ . Il valore di  $\gamma$  è molto vicino a quello di  $\beta$ . I cristalli sono otticamente negativi; al microscopio sono frequenti lamine di sfaldatura dalle quali esce normalmente la bisettrice acuta; i cristalli sono in conseguenza quasi monorifrangenti.

Si nota un forte pleocroismo

$\alpha$  = giallognolo

$\beta$  = azzurro

$\gamma$  = azzurro

Si tratta in complesso di un nuovo minerale per il quale è stato proposto il nome di cuprorivaite per ricordare nuovamente Carlo RIVA « il giovane e valoroso mineralista e petrografo che il fato avverso ha tolto tanto presto agli studi nei quali primeggiava »<sup>1)</sup>.

Il minerale in questione è accompagnato oltre che dal quarzo, da calcite e da piccole quantità di gesso, nonchè da una polvere verde che sembra essere un prodotto di alterazione della cuprorivaite e che ha la seguente composizione :

Si O<sub>2</sub> 64.67 SO<sub>3</sub> 0.87 CO<sub>2</sub> 0.64 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1.67 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4.77  
CuO 5.72 CaO 9.78 H<sub>2</sub>O 7.78 K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O 4.10 (per diff.)  
Somma 100.00

### Minerali nuovi per il Vesuvio

*Misenite.* Nei miscugli salini delle fumarole del fontanile lavico del 3 giugno 1933 alla base sud del conetto eruttivo insieme alla mercallite sono stati anche identificati dei

<sup>1)</sup> *Mineralogia vesuviana* di F. ZAMBONINI, II. ediz. p. 443, Napoli 1935.

rari cristallini assai meno birifrangenti della mercallite con habitus prismatico allungato e talvolta anche tabulari secondo una coppia di facce della zona di allungamento sulle quali la direzione di estinzione fa un angolo di circa  $28^\circ$  con la direzione di allungamento.

Nei cristalli così orientati l' indice di rifrazione maggiore è eguale a 1.466 e l'altro poco minore. I cristalli sono otticamente positivi. Col tavolino universale ho misurato:  $2V=33^\circ$ . Lo studio dell' isoterma a  $18^\circ$  del sistema solfato potassico acido solforico acqua ha messo in evidenza tre sali <sup>1)</sup>:

- 1)  $K_2SO_4 \cdot KHSO_4$
- 2)  $K_2SO_4 \cdot 6KHSO_4$
- 3)  $K_2SO_4 \cdot 3KHSO_4$

Gli stessi composti sono stati anche trovati nello studio dell' isoterma  $25^\circ$  del sistema  $K_2O - SO_3 - H_2O$  ed anche nell' analisi termica del sistema  $K_2SO_4 - H_2SO_4$ . <sup>2)</sup>

Il 1º è monoclinio negativo, il 3º è rombico e solo, il 2º (che corrisponde alla misenite studiata da Ferruccio ZAMBONINI) è monoclinico positivo. Il bisolfato potassico artificiale è spesso accompagnato da cristallini identici a quelli descritti che possono essere distinti dalla mercallite per la loro bassa birifrangenza e per l' angolo degli assi ottici (che misurato col tavolino sul composto artificiale risulta di  $34^\circ$ ).

La misenite rinvenuta da Arcangelo SCACCHI <sup>3)</sup> nella grotta dello zolfo a Capo Miseno presso Napoli e studiata da ZAMBONINI <sup>4)</sup> che le assegnò la formula  $K_2SO_4 \cdot 6KHSO_4$  non era finora mai stata identificata al Vesuvio.

*Alluminite.* Le nostre conoscenze sui prodotti di alluminio delle fumarole vesuviane sono assai scarse e quasi mancanti per quelli delle fumarole ad elevata temperatura. Solo l'alunite identificata da ZAMBONINI <sup>5)</sup> come prodotto di decomposizione della leucite e dei feldispati del grande

1) Rec. des travaux chimiques des Pays Bas., vol. 21, 399, (1902).

2) Journ. Am. chem. Soc., vol. 42, 2135, (1920).

3) Rend. R. Accad. delle Scienze, Napoli 1849, fasc. 4º, p. 322.

4) Rend. R. Accad. delle Scienze, Napoli, fasc. 12º, dicembre 1907.

5) Atti della R. Accad. Scienze Napoli, serie 2ª, vol. XV (1912).

blocco di leucotefrite<sup>1)</sup> rigettato durante l'eruzione del 1906 può essere considerata formatasi ad alta temperatura.

In un prodotto gialliccio un pò deliquescente raccolto nel 1928 nelle fumarole a cloruri alcalini del fondo del cratere io ho identificato l'alluminite in cristalli birifrangenti prismatici, schiacciati secondo una coppia di facce parallele con estinzione parallela all'allungamento che è negativo. La lunghezza dei cristalli è compresa fra 0.01 e 0.04, mentre la larghezza è compresa fra 0.015 e 0.005; non ho mai osservato facce terminali.

Col metodo dell'immersione ho trovato al microscopio: per la luce gialla  $\alpha' = 1.454$  e  $\gamma' = 1.470$ . È esclusa la presenza dell'allumogeno che ha indici più elevati ed anche della cloroalluminite che ha, secondo recenti determinazioni di ALFANI sul composto artificiale,  $\omega = 1.549$  e  $\epsilon = 1.496$ . Gli indici dell'alluminite devono essere  $\alpha = 1.459$   $\beta = 1.464$   $\gamma = 1.470$ . Il minerale è accompagnato da cloruri alcalini in grande quantità; l'analisi del miscuglio ha dato i seguenti risultati :

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.09
CuO	0.50
MgO	tracce
K <sub>2</sub> O	15.32
Na <sub>2</sub> O	14.66
Cl	26.88
SO <sub>3</sub>	12.45
SiO <sub>2</sub>	0.22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	tracce
H <sub>2</sub> O a 110°	16.86
H <sub>2</sub> O su CaCl <sub>2</sub>	9.72
H <sub>2</sub> O su H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.05
	—
	106.37
O per Cl <sub>2</sub>	6.06
	—
	100.31

Con ogni probabilità il sale basico si è formato per azione dell'acqua sul sulfato neutro in presenza dei cloruri

1) Mineralogical Magazine, vol. 15, pag. 54.

alcalini ; nell' analisi, se si detrae i cloruri di sodio e di potassio, si ha :

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.85	0.185
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.18	0.001
CuO	0.98	0.012
K <sub>2</sub> O	1.53	0.016
Na <sub>2</sub> O	1.43	0.023
SO <sub>3</sub>	24.40	0.305
SiO <sub>2</sub>	0.43	
H <sub>2</sub> O	52.20	
		100.00

Calcolando poi la quantità di SO<sub>3</sub> necessaria per trasformare gli alcali ed il rame in solfati si ha :



Sono quindi presenti anche piccole quantità di un sale neutro o meno basico di alluminio non identificabile esattamente al microscopio ma certamente compreso nei piccoli ammassi di sostanze bianche ben visibili al microscopio e costituite da prodotti non totalmente decomposti dai vapori della fumarola.

Il solfato di alluminio idrato era stato ricordato per la prima volta fra i prodotti vesuviani da MONTICELLI e COVELLI <sup>1)</sup> nel 1825 e poi da Arcangelo SCACCHI <sup>2)</sup> fra le mescolanze saline dell' eruzione del 1855. Solo ZAMBONINI <sup>3)</sup> stabilì l'esistenza al Vesuvio dell'allumogeno come minerale definito. Egli lo trovò mescolato a metavoltina e calinite nelle fumarole ad acido solfidrico esistenti nel 1908 alla base della punta del Nasone nell'Atrio del Cavallo.

*Glauberite.* In alcune croste bianche delle lave di un piccolo trabocco che, nell' aprile 1933, riempì una valletta sotto la bocca del conetto, insieme ad allumogeno, alite e silvite sono stati individuati da ALFANI dei rari cristalli biri-

<sup>1)</sup> *Prodromo della mineralogia vesuviana*, pag. 109.

<sup>2)</sup> *Memoria sull' incendio vesuviano del maggio 1855*, pag. 194.

<sup>3)</sup> Rend. R. Accad. Scienze Napoli, aprile, luglio 1908.

frangenti biazzini otticamente negativi generalmente appiattiti secondo una coppia di facce con  $\alpha' = 1.516$  e  $\gamma' = 1.536$ .

L'analisi microchimica ha mostrato che essi contenevano solfato di sodio e di calcio; devono quindi essere identificati come glauberite finora mai trovata al Vesuvio.

Sono presenti anche rari cristallini di ematite.

L'analisi quantitativa del miscuglio ha dato i seguenti risultati :

SiO <sub>2</sub>	1.46
SO <sub>3</sub>	2.77
Cl	47.22
TiO <sub>2</sub>	0.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.25
CaO	2.14
MgO	1.16
FeO	0.29
PbO	0.03
CuO	0.05
K <sub>2</sub> O	17.37
Na <sub>2</sub> O	29.42
Cs <sub>2</sub> ORb <sub>2</sub> O	tracce allo spettroscopio
H <sub>2</sub> O	4.78
	110.33
O per Cl <sub>2</sub>	10.22
	100.11

La cristallizzazione frazionata del miscuglio ha confermato la presenza della glauberite: il residuo insolubile in acqua aveva la seguente composizione :

SiO<sub>2</sub> 1.68; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2.73; CaO 1.54;  
MgO 0.96. Somma 6.91 % del campione originario

Nel secondo deposito furono identificati molti cristalli di glauberite con le proprietà ottiche già descritte e con le seguenti forme semplici :

{001} {100} {110} {111} {311} {111}

Il peso specifico è risultato eguale a 2.780. L'analisi dei cristalli isolati ha dato :

K <sub>2</sub> O	1.15	0.0122	
Na <sub>2</sub> O	21.89	0.3531	1
CaO	19.95	0.3559	1
SO <sub>3</sub>	56.94	0.7111	2.01
2Cl	0.92	0.0103	
	100.85		
O per Cl <sub>2</sub>	0.21		
	100.64		

Gli altri depositi erano costituiti essenzialmente da alite e silvite.

*Polialite.* In un miscuglio salino formatosi su una piccola colata lavica sulle pendici del conetto, nel fondo craterico, nel 1933 è stato identificato il sale triplo 2CaSO<sub>4</sub> · MgSO<sub>4</sub> · K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O finora mai rinvenuto al Vesuvio. La polialite è invece, come è noto, un minerale frequente nel bacino di Stassfurt ed è stata segnalata anche nei giacimenti salini di Maman in Persia.

I cristallini vesuviani generalmente mal terminati sono appiattiti secondo una coppia di facce dalle quali emerge la normale ottica poco inclinata. La traccia della bisettrice acuta è negativa; i cristalli sono quindi negativi. L'estinzione è sempre parallela alla direzione di allungamento che è positiva. Col metodo dell'immersione al microscopio ALFANI ha trovato  $\alpha' = 1.548$  e  $\gamma' = 1.567$  (per  $\lambda = 589 \mu\mu$ ) che corrispondono (considerata l'orientazione della sezione) assai esattamente ai valori dati da LARSEN per la polialite :

$$\alpha = 1.548 \quad \beta = 1.562 \quad \gamma = 1.567$$

Il minerale è accompagnato da gesso, alite e silvite. L'analisi del miscuglio ha dato questi risultati :

K <sub>2</sub> O	16.85	0.1788
Na <sub>2</sub> O	9.93	0.1883
Cs <sub>2</sub> O Rb <sub>2</sub> O	tracce determinate allo spettroscopio	
CaO	3.41	0.0608
MgO	4.02	0.0997

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.74	0.0170
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.67	0.0042
SO <sub>3</sub>	4.15	0.0519
Cl	42,30	1.1930
SiO <sub>2</sub>	0.96	0.0154
H <sub>2</sub> O	25.76	1.427
	109.79	
O per Cl <sub>2</sub>	9.54	
	100.25	

Per cristallizzazione frazionata è stato possibile separare i cristallini di polialite riconosciuti con l'analisi microchimica qualitativa e con gli indici di rifrazione ma non è stato possibile ottenere cristalli misurabili.

*Solfato ferroso esaيدرato.* Sovente nella letteratura vesuviana si trovano descritte fumarole gialle perchè la maggior parte dei sali che tappezzano gli orli delle fumarole ed anche le pareti interne del conetto sono misti a composti gialli che contengono sali di ferro ma viceversa gli studiosi del Vesuvio non hanno mai sufficientemente descritto quali siano i sali di ferro presenti nelle fumarole e sotto quali forme mineralogiche essi si trovino. Alcuni fra essi come HAUSMANN, Arcangelo SCACCHI, MONTICELLI, COVELLI avevano supposto che la colorazione gialla e le sue varietà giallo-verdi fossero in parte dovuti a prodotti di alterazione del cloruro ferrico la cui presenza in forma mineralogica definita è però tuttora dubbia fra i prodotti vesuviani. Fra questi si trovano invece sali doppi di ferro ferroso o ferrico con i cloruri alcalini. Anche il cloruro ferroso se si eccettua un breve cenno tramandatoci da MONTICELLI e COVELLI e le notizie di ZAMBONINI e RESTAINO non è stato ancora rinvenuto come forma mineralogica definita. Fra i solfati di ferro ferroso la melanterite alla cui presenza fra i prodotti vesuviani avevano accennato il FERBER, il MONTICELLI ed il COVELLI<sup>1)</sup> non è stata finora osservata come minerale definito. Dei vari idrati del cloruro ferrico non è stato giammai fatto alcun cenno.

<sup>1)</sup> Vedi: F. ZAMBONINI, *Mineralogia Vesuviana* II<sup>a</sup> ed., Napoli 1935.

Per aumentare le nostre conoscenze in proposito M. ALFANI ha studiato delle incrostazioni raccolte sulle pareti interne del conetto nel maggio 1933 nelle quali i cloruri alcalini erano misti a sali di ferro. Con una forte lente è stata isolata la parte interna ed eliminata la maggior parte dei cloruri alcalini.

L'analisi chimica del prodotto isolato ha dato i seguenti risultati :

K <sub>2</sub> O	19.41	0.2061
Na <sub>2</sub> O	11.79	0.1900
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.36	0.1212
Cl	28.80	0.8122
SO <sub>3</sub>	2.90	0.0363
H <sub>2</sub> O	23.90	1.3260
	106.16	
O per Cl <sub>2</sub>	6.50	
	99.66	

Al microscopio è stata confermata la presenza di alite e silvite con gli indici di rifrazione. Questi due minerali sono accompagnati da cristalli birifrangenti biassici positivi con ogni probabilità monoclini con due habitus diversi : cristalli appiattiti secondo una coppia di facce dalle quali emerge normalmente la normale ottica (confermato col tavolino universale). La traccia della bisettrice acuta è positiva e fa con la direzione di allungamento un angolo di 33.50° (rosso), 31° (giallo) e 29.30° (verde) ; oppure cristalli sempre appiattiti ma meno allungati dai quali emerge un asse ottico notevolmente inclinato. L'estinzione è parallela all'allungamento che è positivo e coincide con la traccia del piano degli assi ottici. Col tavolino universale ALFANI ha trovato 2V γ = 77°. Nei cristalli del primo tipo è stato misurato α = 1.460 γ = 1.493.

Queste proprietà non sembrano coincidere con alcuni dei cloruri o solfati di ferro noti <sup>1)</sup>. Vari tentativi ten-

<sup>1)</sup> Vedi: M. ALFANI — *Sui sali di ferro delle fumarole vesuviane a cloruri e solfati alcalini*.—Annali del R. Oss. Ves., serie 4<sup>a</sup>, vol. 3<sup>o</sup>, 1934.

denti a preparare sali basici del ferro trivale hanno sempre portato a cristalli con proprietà diverse da quelli naturali. Invece facendo bollire una soluzione di gr. 10 di solfato ferroso in 50 cc. di acqua, filtrando e facendo cristallizzare il liquido a bagno maria si ottengono dei cristalli gialli perchè imbevuti di sale ferrico e con proprietà ottiche ed habitus eguali a quelle del prodotto naturale. L'analisi dei cristalli artificiali ha dato :

FeO	25.36	0.3531
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.60	0.0225
SO <sub>3</sub>	29.76	0.3717
H <sub>2</sub> O	41.06	2.2790
	99.78	

dai quali valori si può, come ipotesi, calcolare :

Fe SO <sub>4</sub>	55.63	0.3531	1
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> . 10 H <sub>2</sub> O	3.59		
Fe (OH) <sub>3</sub>	3.49		
H <sub>2</sub> O	39.07	2.169	6.14
	99.78		

Anche i composti naturali per quanto apparentemente gialli contengono il ferro ferroso ; un dosaggio quantitativo è impossibile perchè non possono essere separati.

Da questi dati si può concludere che sembra probabile la presenza al Vesuvio, come prodotto di alterazione dei sali ferrosi, del solfato ferroso esaidrato ; si tratterebbe cioè di una *bianchite di ferro*.

*Portlandite*. Fra il materiale delle fenditure del fontanile del giugno 1933 vi erano dei piccoli blocchetti di lava in parte ricoperti da una massa cristallizzata di aftitalite opalescente bianco-verde sempre cuprifera. Su tutta la massa salina e sulla lava è sparsa una polvere finissima giallo citrina o bianca dove C. MINGUZZI<sup>1)</sup> ha nettamente identificato la portlandite, minerale nuovo per il Vesuvio.

1) Periodico di Mineralogia, Anno VIII (1937).

L'analisi del miscuglio ha dato i seguenti risultati :

Residuo insolubile	4.20
Cl	0.61
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.62
SO <sub>3</sub>	16.03
FeO	1.78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	tracce
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.05
CaO	10.44
MgO	2.39
K <sub>2</sub> O	7.04
Na <sub>2</sub> O	6.39
H <sub>2</sub> O a 110°	3.26
» a 180°	8.22
» sopra 180°	12.56
CO <sub>2</sub>	tracce
	—
	100.59
O per Cl <sub>2</sub>	0.14
	100.45

Risulta evidente la presenza di un eccesso di cationi. Le indagini microscopiche hanno permesso di identificare dei cristallini con dimensioni comprese fra 0.005 e 0.03 mm. costituiti da esilissimi prismi con habitus esagonale birefrangenti uniassici otticamente negativi con  $\omega = 1.57$  e  $\epsilon = 1.54$ . Queste proprietà corrispondono a quelle del composto Ca(OH)<sub>2</sub> trovato per la prima volta in natura da C. E. TILLEY<sup>1)</sup> che misurò  $\omega = 1.575$   $\epsilon = 1.547$ .

MINGUZZI ha anche ripreparato i cristalli artificiali per azione di un alcali su acqua saturata con calce; essi hanno le stesse proprietà e lo stesso habitus dei cristalli naturali. È probabile la presenza di piccole quantità di brucite; oltre al solfato potassico e sodico, al solfato ferroso, ad allumina fortemente idratata e forse a solfati basici di alluminio.

1) Mineralogical Magazine, vol. 23, pag. 419 (1933).

## Nuovi ritrovamenti e nuove ricerche su minerali già noti al Vesuvio.

*Mitscherlichite*. Sulle pareti di un voceolillo della cupola lavica esistente nel fondo del cratere vesuviano nel settembre 1922 sono state raccolte delle lave profondamente alterate ricoperte da alite e silvite in masse compatte formatesi per cristallizzazione dei cloruri alcalini fusi. Tali incrostazioni sono impregnate di cloruro ferrico, cloruro rameico e cloruro ferroso oltre ad acido cloridrico e sulla loro superficie si sono formati dei cristallini verdi azzurri birifrangenti uniassici negativi con peso specifico compreso fra 2.396 e 2.402 (per un cristallo ho trovato 2.384) di  $K_2CuCl_4 \cdot 2H_2O$ . L'analisi microchimica mentre ha confermato l'identità del composto ha anche rilevato che questi cristalli, a differenza di quelli identificati per la prima volta da ZAMBONINI e da me<sup>1)</sup> contengono anche ferro. In un individuo accuratamente isolato ho ottenuto colorimetricamente:  $K_2FeCl_4 \cdot 2H_2O$  2.5 %. Non essendo stata studiata la possibilità di esistenza di soluzioni solide fra la mitscherlichite ed il corrispondente composto di ferro ho cercato di ottenerle facendo cristallizzare i due sali insieme da una soluzione acquosa a pressione ridotta.

Nelle condizioni nelle quali ho operato si ottengono cristalli tetragonali contenenti al massimo il 2.5 % del composto di ferro (quattro successivi depositi hanno dato rispettivamente 2.55; 2.55; 2.65; 2.49). Le forme semplici presenti nei cristalli tetragonali di mitscherlichite ferrifera erano {111} e {100}. Le misure goniometriche hanno confermato l'identità dei cristalli che sono uniassici negativi. La mitscherlichite era accompagnata oltre che da alite e silvite, da ematite, tenorite e augite.

*Picromerite cuprifera*. In alcune stalattiti raccolte nel dicembre 1930 nel fondo del cratere vesuviano sono stati individuati dei cristallini di picromerite, minerale già noto

1) Annali del R. Osservatorio vesuviano, serie 3<sup>a</sup>, vol. 2<sup>o</sup>, pag. 7 (1925).

nelle fumarole vesuviane<sup>1)</sup>. I cristalli biassici otticamente positivi davan luogo di frequente a delle lamine di sfaldatura dalle quali usciva inclinato un asse ottico con  $\gamma' = 1.463$  e  $\alpha' = 1.462$ . Nei frammenti di cristalli col metodo dell'immersione, ho constatato che l'indice di rifrazione massimo era 1.478. La picromerite ha:  $\alpha = 1.461$ ;  $\beta = 1.463$  e  $\gamma = 1.476$ .

Per cristallizzazione del miscuglio si sono ottenuti dei cristalli più grossi con le forme: {110}; {201}; {001}; {100}; {010}; {011}; {111} e con peso specifico 2.02.

L'identità del composto naturale è stata anche confermata con l'analisi microchimica qualitativa dei cristalli isolati. Le ultime frazioni della cristallizzazione hanno dato dei cristalli di picromerite cuprifera, contenente cioè della cianocroite che, come è noto, è con essa isomorfa.

L'analisi totale del miscuglio salino a picromerite ha dato:

MgO	1.68	0.042
CuO	0.10	0.001
Na <sub>2</sub> O	23.41	0.378
K <sub>2</sub> O	25.40	0.269
Cl	41.83	1.180
SO <sub>3</sub>	5.23	0.065
H <sub>2</sub> O su Ca Cl <sub>2</sub>	8.81	0.490
" a 110°	1.92	0.107
SiO <sub>2</sub>	0.36	0.006
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.37	0.002
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.20	0.002
	109.31	
O per Cl <sub>2</sub>	9.44	
	99.87	

La picromerite ed, in genere, i sali di magnesio sono rari fra i prodotti delle fumarole. Essa fu ottenuta la prima volta da A. SCACCHI per cristallizzazione di miscugli salini del 1872 e del 1906 e poi da ZAMBONINI nel 1911

1) Annali del R. Osservatorio vesuviano, serie 3<sup>a</sup>, vol. 2<sup>o</sup>, pag. 121 (1925).

e nel 1916<sup>1)</sup>). La cupromagnesite e l'epsomite sono state ottenute solo per cristallizzazione; lo stesso può dirsi per la cloromagnesite. La sellaite (l'antica belonesia) non sembra essere un minerale delle fumarole ed è stata trovata una sola volta nel 1872 in un blocco di roccia antica incluso nella lava<sup>2)</sup>.

*Allume.* I primi studi riguardanti la presenza della calinite al Vesuvio si devono al FOUGEROUX de BONDAROY<sup>3)</sup> e al GALLIANI<sup>4)</sup>; in seguito poi MONTICELLI e COVELLI<sup>5)</sup>, nelle fumarole ad acido solforoso, ritrovarono, mescolato ad altri sali l'allume potassico piumoso. A SCACCHI<sup>6)</sup> fu il primo a rinvenire la calinite ben cristallizzata in forma di ottaedri ma ammise che si trattasse di un allume basico. La presenza dell'allume potassico è stata accertata nel 1906 da ZAMBONINI<sup>7)</sup> che nelle fumarole ad acido solfidrico e vapor d'acqua dell'Atrio del Cavallo ha rinvenute accompagnate da solfo, gesso, allumogeno e metavoltina delle masserelle cristalline di allume nettamente identificate per mezzo delle loro proprietà fisiche.

Mancava finora un'analisi completa dell'allume vesuviano non potendosi considerare tale quella del CASORIA<sup>8)</sup>; perciò M. ALFANI<sup>9)</sup> ha studiato i cristalli di allume della fumarola gialla stabilita sul basamento della parete sud del fondo craterico dopo il grande incendio del 1906, cristalli raccolti da MALLADRA nel 1912, mentre la fumarola (situata fra 914 e 1024 metri sul mare e cioè oltre 150 metri al disotto dell'orlo craterico) aveva una temperatura massima di 295°<sup>10)</sup>.

<sup>1)</sup> Annali del R. Osservatorio vesuviano, serie 3<sup>o</sup>, volume 2<sup>o</sup>, pagina 121 (1925).

<sup>2)</sup> Rend. R. Accad. Naz. Lincei, serie 5<sup>a</sup>, vol. 18, pag. 305 (1909).

<sup>3)</sup> Histoire de l' Academie Royale des Sciences de Paris, 1766, pag. 79 delle Memorie.

<sup>4)</sup> Catalogo delle materie appartenenti al Vesuvio. Napoli, 1772.

<sup>5)</sup> Prodrromo della mineralogia vesuviana, pag. 319. Napoli, 1825.

<sup>6)</sup> Rend. R. Accad. Scienze Napoli, 1850, pag. 27.

<sup>7)</sup> Rend. R. Accad. Scienze Napoli, 1908, pag. 158.

<sup>8)</sup> Annali R. Scuola Superiore di Agricoltura di Portici, 1908.

<sup>9)</sup> Periodico di Mineralogia, vol. 4, Settembre 1933.

<sup>10)</sup> Boll. della Reale Società geografica, fasc. 7 (1914), pag. 753.

La sola forma semplice presente era l'ottaedro;  $n = 1.459$  (per la luce gialla);  $d_{22^\circ} = 1.749$ . L'analisi ha dato i seguenti risultati (I). Sono stati sottoposti all'analisi anche altri cristalli (II) raccolti nella stessa fumarola e per i quali ALFANI ha trovato:  $n_D = 1.450$ ;  $d_{18^\circ} = 1.746$ . Le forme semplici presenti erano l'ottaedro ed il cubo.

	I	R.M.	II	R.M.
$\text{Al}_2\text{O}_3$	10.40	0.1017	8.39	0.0823
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.80	0.0050	0.51	0.0032
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	0.16	0.0010	0.14	0.0009
$\text{Mn}_2\text{O}_3$	0.01		assente	
$\text{K}_2\text{O}$	5.75	0.0610	6.30	0.0668
$\text{Na}_2\text{O}$	1.35	0.0217	1.40	0.0226
$(\text{NH}_4)_2\text{O}$	2.42	0.0465	tracce	
$\text{Cs}_2\text{O}, \text{Rb}_2\text{O}$	tracce		" allo spettrascopio	
$\text{CaO}$	0.36	0.0064	4.35	0.0077
$\text{MgO}$	assente		assente	
$\text{SO}_3$	34.00	0.4247	33.66	0.4204
$\text{V}_2\text{O}_5, \text{TiO}_2$	tracce		tracce	
$\text{MoO}_3, \text{WO}_3, \text{B}_2\text{O}_3$	assenti		assenti	
$2\text{Cl}$	0.24	0.0034	0.31	
$\text{H}_2\text{O}$	45.37	2.518	45.03	2.499
			$\text{SiO}_2$	0.44
			$\text{SO}_2$	tracce
			F	assente
	100.86		100.53	
O per $\text{Cl}_2$	0.05		0.07	
	100.81		100.46	

I cristalli II sono accompagnati da gesso. Notevole la presenza nei primi cristalli del 29.78 % di allume di ammonio finora mai trovato nella calinite vesuviana. Però fino dal 1907 A. LACROIX<sup>1)</sup> rinvenne mescolato al cloriammonio nella lava di Boscotrecase delle croste compatte o finemente cristalline, che egli giudicò identiche alla mscagnite, ammettendone così la presenza al Vesuvio come specie mineralogica definita.

<sup>1)</sup> Bull. Soc. Franç. de Min., vol. 30, pag. 264.

*Aftitalite.* L'aftitalite vesuviana scoperta da G. THOMSON e studiata da A. SCACCHI, da STRUVER, da P. FRANCO, da ZAMBONINI<sup>1)</sup> e più recentemente da BIANCHINI<sup>2)</sup> è abitualmente accompagnata da costituenti minori che sembra influiscano sull' habitus. ZAMBONINI ha mostrato la possibilità di esistenza nella soluzione solida dei solfati di calcio e di piombo e dal punto di vista cristallografico ne ha calcolato le costanti assegnandola al sistema trigonale come aveva fatto STRUVER. Le ricerche strutturistiche hanno poi confermato questa assegnazione. La formula è stata incerta fino a quando PERRIER e BELLANCA<sup>3)</sup> non hanno mostrato che si tratta del sale doppio  $KNaSO_4$  che può dare soluzioni solide tanto col solfato solido che con quello potassico.

MINGUZZI<sup>4)</sup> ha studiato i cristallini di aftitalite raccolti nel giugno 1933 sulle fenditure del fontanile apertosi il 3 dello stesso mese alla base sud del conetto eruttivo e quelli raccolti nell' ottobre 1934 nei cunicoli dove fluirono le lave dal gennaio al giugno del 1934.

I prodotti della prima raccolta sono costituiti da piccoli blocchetti di lava ricoperti, non completamente, da una massa salina cristallizzata e in parte anche rifusa, di aspetto in qualche punto opalescente in altri lattiginoso, di colore bianco o verde o azzurro. La superficie della massa ha subito un arrostimento e alcuni pezzi sono cosparsi di portlandite. Il materiale della seconda raccolta è costituito da blocchi informi di una massa salina simile alla precedente, in alcuni punti colorata in rosso bruno con aspetto colonnare dato da aggregati a fasci paralleli di individui allungati bianchi o colorati leggermente in rosa o in azzurro o in grigio con splendore perlaceo. L'aftitalite è accompagnata da ematite e tenorite. Mentre i minuti cristallini del 1933 mostrano di essere sempre uniassici positivi.

<sup>1)</sup> Vedi *Mineralogia vesuviana* di F. ZAMBONINI, Napoli, 1935.

<sup>2)</sup> Rend. R. Accad. Scienze Napoli serie 7, 43, (1937).

<sup>3)</sup> Atti R. Accad. Scienze, Napoli, 1937.

<sup>4)</sup> Periodico di Mineralogia, vol. 9, n.<sup>o</sup> 3 (1938).

Su alcuni di quelli del 1934 MINGUZZI ha notato talvolta un piccolissimo angolo degli assi ottici.

Gli indici di rifrazione sono i seguenti:

Prodotti del 1933  $\omega = 1.493 \quad \varepsilon = 1.500 \quad \varepsilon - \omega = 0.007$   
 » » 1934  $\omega = 1.494 \quad \varepsilon = 1.501 \quad \varepsilon - \omega = 0.007$

L'analisi chimica ha dato i seguenti risultati :

	R.M.		R.M.
SiO <sub>2</sub>	0.04	0.001	—
Cl <sub>2</sub>	0.23	0.003	0.09
SO <sub>3</sub>	51.32	0.641	48.89
$\frac{1}{3}$ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.40	0.012	ZnO 0.50
$\frac{1}{3}$ Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.01	0.019	0.006
FeO	0.06	0.001	0.19
CuO	0.70	0.009	0.89
MnO	0.02	—	0.02
CaO	0.18	0.003	—
K <sub>2</sub> O	28.54	0.303	37.00
Na <sub>2</sub> O	17.49	0.282	12.54
H <sub>2</sub> O	0.21	0.012	0.202
	100.20		99.62
O per Cl <sub>2</sub>	0.05		0.02
	100.15		99.60

Si calcola quindi:

	KNaSO <sub>4</sub> %	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %
1933	89.24	3.62
1934	63.83	33.55

È probabile che non tutto il solfato potassico in eccesso possa entrare nella soluzione solida a temperatura ordinaria. I cristalli sono torbidi perchè provenienti da cristalli misti smescolati.

Abbiamo già accennato alla dimostrata possibilità di ingresso nella soluzione solida costituente l' aftyalite del calcio e del piombo; non esistevano invece studi per quanto riguarda il rame per quanto le aftyaliti cuprifere siano comuni al Vesuvio. MINGUZZI è riuscito a riprodurre cristalli

trigonali contenenti rame per evaporazione di una soluzione contenente gr. 10 di solfato sodico, gr. 5.53 di solfato potassico e g. 1 di solfato di rame.

Interessante è la constatazione che la presenza del rame determina sempre la formazione di cristalli allungati dove predomina il prisma esagonale e che costantemente presentano una debole biassicità :  $2V = 20\text{--}30^\circ$   $\omega = 1.494$   $\epsilon = 1.500$ . Non è stato possibile ottenere cristalli con più del 0.57 % Cu.

I cristalli artificiali erano ricchi in potassio come dimostra l'analisi : SO<sub>4</sub> 58.09 ; K 34.51 Na 7.20 Cu 0.57. Somma 100.37.

Per cristallizzazione da masse fuse si ottengono aftitaliti in cristalli colonnari riuniti in fasci e di colore azzurro pallido, i cristalli però sono sempre impuri di ossido di rame (come del resto si verifica spesso in natura) ; perciò non è stato possibile analizzarli.

Il solfato di rame dà con ogni probabilità col composto dell'aftitalite dei cristalli misti anomali ed è appunto in questi cristalli che si verificano spesso variazioni di habitus dovuti all'impurezza insinuatisi fra i canalicoli del reticolo <sup>1)</sup>.

*Augite pneumatolitica.* ALFANI <sup>2)</sup> ha studiato dettagliatamente dal punto di vista ottico e chimico dei cristallini di augite raccolti nel fondo del cratere sulle lave del 1929 ; molti autori si sono occupati di questo minerale per la prima volta rinvenuto dal BREISLAK <sup>3)</sup> ma mancava un'analisi accurata. I risultati di ALFANI sono i seguenti :

	%	R.M.		%	R.M.
SiO <sub>2</sub>	46.47	0.7737	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.04	0.0002
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.92	0.0433	CaO	23.34	0.4164
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.21	0.0707	MgO	10.45	0.2592
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.16	0.0010	FeO	4.08	0.0568
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	0.0002	MnO	0.10	0.0014

<sup>1)</sup> Vedi : Z. fur Krystall, vol. 96, pag. 111 (1937) ; vol. 85, pag. 58, (1933) vol. 82, pagg. 31, 37, 285, (1932).

<sup>2)</sup> Periodico di Mineralogia, vol. 5, (1934).

<sup>3)</sup> Voyages physiques et lythologiques dans la Campanie, p. 165.

	%	R.M.		%	R.M.
PbO	0.18	0.0008	BaO, SrO assenti	—	—
CuO	0.05	0.0006	ZnO assente	—	—
NiO	0.11	0.0015	K <sub>2</sub> O 0.14	0.0015	0.0015
CoO	0.08	0.0010	Na <sub>2</sub> O 0.08	0.0013	—
			H <sub>2</sub> O 0.43	—	—
				99.89	

L' antimonio, l' arsenico, il piombo ed il cobalto non erano finora mai stati rinvenuti nelle augiti, il cromo ed il nichel non erano mai stati dosati nelle augiti vesuviane.

I cristalli erano colorati in verde scuro. Generalmente erano più sviluppati nella direzione dell'asse *z*; in alcuni pochi casi l' habitus è tozzo per il maggior sviluppo dei cristalli nella direzione *x* o *y*. In genere la lunghezza secondo *z* è di  $\frac{1}{2}$ -1 cm.; sono frequenti i geminati secondo la solita legge: asse di geminazione la normale a (100). Sono presenti le seguenti forme semplici; a {100}; b {010}; m {110}; s {111} riunite nella loro sola combinazione. Nella zona verticale in genere predomina {100}.

I valori angolari misurati sono riuniti nella seguente tabella:

Angoli	Limiti	N.	Media	Calcolati dalle costanti di von RATH
(110) : (110)	92.56'-92.38'	10	92.47'	92.50
(111) : (010)	60.20'-60.35'	10	60.27'	60.24 $\frac{1}{2}$
(100) : (111)	76.27'-76.31'	9	76.31'	76.34

Il peso specifico è eguale a 3.335.

Il pleocroismo è quasi insensibile; per l'estinzione rispetto all'asse *z* è stato misurato *c*:  $\gamma = 44^{\circ}.3'$ .

Gli indici di rifrazione sono stati determinati con grande esattezza col metodo di MERWIN e POSNJAK. Per determinare la lunghezza d' onda alla quale liquido e solido hanno eguale indice è stato illuminato il microscopio con un monocromatore. È stato anche tenuto conto della variazione con la temperatura degli indici delle miscele di ioduro di metilene e bromoformio usate.

I risultati sono i seguenti :

**TABELLA I**  
**Indice di rifrazione  $\alpha$  su (010)**

A = miscela di ioduro di metilene e bromoformio  
B = miscela di ioduro di metilene e bromoformio

$\lambda$ in $\mu\mu$	A $t = 16^{\circ},5$	B $t = 16^{\circ},5$
672.0	1.6795	1.6881
623.9	1.6872	1.6962
612.7	1.6886	1.6977
589.0	1.6925	1.7010
578.0	1.6943	1.7027
570.3	1.6954	1.7038 *
546.0	1.7005	1.7090
515.5	1.7080 *	1.7164
491.6	1.7150	1.7230
435.9	1.7381	1.7455

**TALELLA II**  
**Indice di rifrazione  $\beta$  su (100)**

A = miscela di ioduro di metilene e bromoformio  
B = miscela di ioduro di metilene e bromoformio

$\lambda$ in $\mu\mu$	A $t = 16^{\circ},7$	B $t = 16^{\circ},7$
672.0	1.6883	1.6912
623.9	1.6954	1.6998
612.7	1.6969	1.7001
589.0	1.7007	1.7035
578.0	1.7033	1.7053
546.0	1.7083	1.7117
535.0	1.7109	1.7145 *
506.0	1.7181 *	1.7213
491.6	1.7221	1.7263
435.9	1.7447	1.7488

TABELLA III  
Indice di rifrazione  $\gamma$  su (010)<sup>1)</sup>

A = miscela di ioduro di metilene e bromoformio

B = miscela di ioduro di metilene e bromoformio

$\lambda$ in $\mu\mu$	A $t = 16^{\circ},45$	B $t = 17^{\circ}$	A $t = 17^{\circ},65$	B $t = 18^{\circ},8$
672.0	1.7066	1.7147	1.7058	1.7141
623.9	1.7147	1.7229	1.7139	1.7223
612.7	1.7162	1.7245	1.7154	1.7239
589.0	1.7196	1.7281	1.7188	1.7275
578.0	1.7218	1.7300	1.7210	1.7294
566.5	1.7240	1.7325 *	1.7230	1.7319 *
546.0	1.7281	1.7369	1.7273	1.7363
517.5	1.7356 *	1.7445	1.7348 *	1.7439
491.6	1.7434	1.7519	1.7426	1.7513
435.9	1.7682	1.7775	1.7674	1.7769

In definitiva dai grafici si ha, per  $589 \mu\mu$ :

$$\alpha = 1.7028 \quad \beta = 1.7082 \quad \gamma = 1.7308$$

$$\gamma - \alpha = 0.0280; \quad \gamma - \beta = 0.0226; \quad \beta - \alpha = 0.0054$$

$$2 V \gamma = 520.36'$$

*Avogadrite, malladrite, hieratite e sassolino.* Nella cristallizzazione del miscuglio contenente la ferruccite, dopo aver eliminato il residuo insolubile in acqua, ottenni un primo deposito costituito quasi esclusivamente da cristalli birifrangenti di *hieratite*. Ho osservato la combinazione del cubo con l'ottaedro e del cubo con l'ottaedro e col rombododecaedro. L'indice di rifrazione è risultato eguale a 1.339. L'analisi alla fiamma ha rivelato la presenza di sodio oltre a molto potassio.

Il secondo deposito era costituito quasi esclusivamente da *avogadrite*; vi erano cristalli con habitus tabulare se-

1) Mentre per gli indici  $\alpha$  e  $\beta$  (essendo stata la temperatura praticamente costante durante le determinazioni al goniometro ed al microscopio) non ho apportato alcuna correzione; per  $\gamma$  è stato necessario calcolare la dispersione del liquido:  $\frac{\Delta n}{d t} = -0.0007$ .

condo  $\{001\}$  con la combinazione:  $\{001\}; \{102\}; \{011\}; \{111\}$  e altri allungati secondo  $y$  con la combinazione:  $\{102\}; \{011\}$  oppure  $\{102\}; \{011\}; \{001\}$  o anche  $\{102\}; \{011\}; \{110\}; \{001\}$ . In alcuni di questi cristalli benchè piccolissimi ho potuto misurare  $(102)^\wedge(011) = 61^\circ 31'$  mentre dalle costanti di Brugnatelli si calcola  $61^\circ 30'$ . Il piano degli assi ottici è  $(010)$ ; l'orientazione ottica è la seguente:

$$a = \gamma \quad b = \beta \quad c = \alpha$$

I cristalli sono otticamente positivi; anche in sezione normale ad un asse ottico, dalla figura di interferenza assai nitida con la lamina di gesso è stato possibile confermare il segno ottico. Dalla base esce la bisettrice ottusa; l'angolo degli assi ottici è grande. I cristalli contengono tracce di sodio. Il peso specifico è uguale a 2.498 a  $18^\circ$  mentre per il fluoborato potassico e per quello di sodio si ha rispettivamente 2.505 e 2.496. Un terzo deposito conteneva lamelle di *sassolino* e prismetti esagonali di *malladrite* con indici di rifrazione inferiori a quelli della soluzione satura di fluoborato sodico. Altri cristalli di sassolino erano contenuti nel quarto deposito insieme alla ferruccite già descritta.

*Hieratite* è stata anche da me riscontrata fra i prodotti di ricristallizzazione delle stalattiti raccolte il 7 febbraio 1934 nella grotta cunicolo delle lave del dicembre 1933 nel quadrante N. E. del fondo del cratere vesuviano, stalattiti nelle quali fu trovato il fluoruro di alluminio magnesio e calcio già descritto, nonchè ferruccite e bisolfato sodico.

Nelle stalattiti ora descritte è stata anche trovata, come prodotto secondario, l'*eritrosiderite* facilmente identificata per le sue proprietà ottiche e con saggi microchimici

*Forsterite ed augite diopsidica dei blocchi calcarei metamorfosati del Monte Somma*. ALFANI ed io abbiamo studiato i cristalli di una augite diopsidica di un blocco calcareo metamorfosato <sup>1)</sup> e costituito da un orlo esterno

<sup>1)</sup> Annali del R. Osservatorio Vesuviano, serie 4<sup>a</sup>, vol. 3<sup>a</sup> (1934).

di augite; poi da una zona micacea ed infine da un miscuglio di forsterite in cristalli minutissimi e mal conformati e da calcite.

Le combinazioni di forme semplici osservate nei cristalli di augite sono le seguenti:

- 1) {100} {010} {001} {110} {021} {111} {221}
- 2) {100} {010} {001} {110} {021} {101} {111} {221}
- 3) {100} {010} {110} {021} {221} {121}
- 4) {100} {010} {001} {110} {021} {111} {221} {203}

Non ho mai osservato {111} caratteristica delle augiti vesuviane e frequentissima anche nel diopside.

La forma {203} è nuova per l'augite vesuviana. Nella zona di allungamento domina sempre il prisma {110} segue {100}; il pinacoide {010} è generalmente rappresentato da facce esilissime.

Fra le facce terminali domina spesso {111} e {221} (ma non mancano cristalli con facce di {111} piccolissime) oppure {121} e {221}; la base è stata trovata in pochi cristalli e con facce esilissime. La forma {021} è sempre presente ma con facce poco sviluppate. In complesso l'habitus dei cristalli è lontano da quello tipico dell'augite vesuviana e del resto l'augite tipica si rinviene di rado nei blocchi rigettati. Somiglia invece a quello del diopside verde del Vesuvio dove spesso predomina {111} fra le facce terminali. Le due facce di {111} o {221} presenti ad una estremità dei cristalli sono sempre molto diversamente sviluppate. Nessuna delle combinazioni citate era stata ricordata fra quelle del diopside o dell' augite vesuviana.

Nella seguente tabella sono riportati gli angoli misurati e quelli calcolati dalle costanti di von RATH per il diopside:

$$a : b : c = 1.0921 : 1 : 0.5893 \quad \beta = 105^\circ 49' 51''$$

Angoli	Limiti delle misure	N.	Media	Calcolato
(100) $\wedge$ (110)	46.20' - 46.35'	14	46.29'	46.25'
(110) $\wedge$ (001)	78.54 - 79.19	6	79.12	79.9
(021) $\wedge$ (010)	41.14 - 41.25	5	41.20	41.24

(021) $\wedge$ (100)	79.36 - 79.49	4	79.41	79.36
(101) $\wedge$ (100)	74.22 - —	—	74.22	74.30
(203) $\wedge$ ( $\bar{1}$ 00)	84.35 - —	—	84.35	84.50
(111) $\wedge$ (100)	53.39 - 53.43	2	53.41	53.58
(111) $\wedge$ (010)	65.41 - 65.51	4	65.46	65.45
(111) $\wedge$ (110)	45.16 - 45.31	6	45.23	45.20
(221) $\wedge$ (100)	61.17 - 61.37	5	61.30	61.32
(221) $\wedge$ (010)	47.31 - 48.2	8	47.49	47.54
(221) $\wedge$ ( $\bar{1}$ 10)	35.24 - 35.38	9	35.32	35.20
(121) $\wedge$ (100)	61.22 - 61.23	3	61.23	61.22
(121) $\wedge$ (010)	47.51 - 47.56	3	47.53	47.59
(121) $\wedge$ (110)	35.23 - 35.33	2	35.29	35.23
(001) $\wedge$ (100)	74.7 - 74.31	6	74.22	74.10

Per la determinazione delle proprietà ottiche ci siamo serviti di sezioni tagliate parallelamente a (010) o (100) in alcuni dei migliori cristalli.

Il piano degli assi ottici come al solito è (010); i cristalli sono otticamente positivi. Per l'angolo di estinzione  $e : \gamma$  abbiamo ottenuto i seguenti valori :

$\lambda$	656	550	486
$e : \lambda =$	45°	46°.2	48°

Con il tavolino universale in una sezione parallela a (100) e quindi quasi normale al piano degli assi ottici abbiamo misurato  $2V$ . Come media di venti letture oscillanti entro mezzo grado abbiamo ottenuto :

$\lambda$	656	589	486
$2V\gamma$	59°.10'	58°	56°.24'

Per gli indici di rifrazione determinati col metodo dell'immersione si son avuti i seguenti valori :

$\lambda$	656	589	486
$\alpha$	1.668	1.670	1.676
$\beta$	1.675	1.678	1.684
$\gamma$	1.695	1.702	1.711

e quindi per le birifrangenze :

$\gamma$	656	589	485
$\gamma-\alpha$	0.027	0.032	0.035
$\beta-\alpha$	0.007	0.008	0.008
$\gamma-\beta$	0.020	0.024	0.027

Se da queste birifrangenze si calcola l'angolo degli assi ottici si ottengono valori in buon accordo con quelli misurati se si tiene conto che la variazione di 0.001 nel valore di  $\beta$  può portare a differenze di un paio di gradi per  $2V$ .

I risultati complessivi dell'analisi della augite diopsidica e della forsterite che in cristalli giallognoli è mescolata alla calcite nell'interno del blocco, sono i seguenti :

Augite diopsidica		Forsterite	
SiO <sub>2</sub>	52.77	SiO <sub>2</sub>	38.82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.90	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.45	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.44
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.50	MgO	52.90
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	FeO	1.57
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	assente	CaO	1.36
CaO	24.50	MnO	0.07
MgO	15.14	Na <sub>2</sub> O	0.41
SrO, BaO	tracce	K <sub>2</sub> O	0.17
FeO	3.35	Somma	99.66
MnO	0.63		
PbO	0.18		
CuO	0.05		
ZnO	0.04		
NiO	tracce		
CoO	assente		
H <sub>2</sub> O	0.26		
Somma	100.80		

Fra i costituenti minori lo zinco non era stato mai dosato nei pirosseni; il cromo, l'antimonio, il piombo ed il nichel erano stati trovati per la prima volta da ALFANI nell'augite pneumatolitica.

La calcite che aveva un peso specifico 2.771 (in accordo con la presenza di Mg) aveva la seguente composizione :

SiO <sub>2</sub>	3.97	0.066
CO <sub>2</sub>	40.07	0.911
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.04	0.030
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.29	0.002
CaO	44.52	0.794
MgO	6.10	0.161
FeO	0.69	0.013
MnO	0.01	
Na <sub>2</sub> O	0.97	0.016
K <sub>2</sub> O	0.63	0.007

Somma 100.29

Ricerche ottiche e chimiche avevamo anche eseguito in precedenza su altri migliori cristalli di forsterite dei blocchi calcarei metamorfosati del M. Somma. I cristalli erano tabulari secondo {010} e allungati secondo z. Non sono geminati; le forme semplici osservate sono :

b {010}; c {001}; m {110}; k {021}; d {101}; e {111}, riunite nelle combinazioni : bmke; bmdk; bcmkd, fra le quali la prima è la più recente. Le facce del pina-coide {001} sono state osservate esilissime in un solo individuo. I cristalli sono generalmente ricoperti da uno straterello calcareo e danno pessime immagini; credo inutile riportare le misure angolari che non possono servire a determinare costanti migliori di quelle già note.

I cristalli studiati sono otticamente positivi; il piano degli assi ottici è parallelo alla base. Da (010) emerge la bisettrice ottusa, in varie lamine parallele a detta faccia abbiamo determinato :

$$\begin{aligned}\beta &= 1.651 \quad \gamma = 1.670 \quad (\text{riga C}) \quad \gamma - \beta = 0.019 \\ \beta &= 1.653 \quad \gamma = 1.674 \quad (\text{riga D}) \quad \gamma - \beta = 0.021 \\ \beta &= 1.663 \quad \gamma = 1.684 \quad (\text{riga F}) \quad \gamma - \beta = 0.021\end{aligned}$$

Col tavolino universale abbiamo misurato  $2V_\gamma = 86^\circ$ . Il peso specifico è, a  $17^\circ$ , 3.217.

L'analisi chimica ha dato i seguenti risultati :

		R. M.		
SiO <sub>2</sub>	42.83	0.7131	0.7136	1.06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.04	0.0102		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.55	0.0097	0.0200	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	0.0001		
MgO	52.40	1.2996		
Cao	1.37	0.0244		
BaO SrO	tracce allo spettroscopio			
FeO	1.18	0.0164		
PbO	0.06	0.0003	1.3460	2.
NiO	0.23	0.0031		
CoO	0.06	0.0008		
MnO	0.07	0.0010		
CuO	0.03	0.0004		
K <sub>2</sub> O	0.37	0.0039		
Na <sub>2</sub> O	0.05	0.0008		
	100.85			

Il cromo non era finora mai stato trovato nelle olivine e forsteriti vesuviane; mentre sono spesso presenti piccole quantità degli altri elementi trivalenti.

La loro presenza si spiega con la sostituzione parziale di Al<sub>2</sub> ad MgSi.

Firenze — Istituto di Mineralogia della R. Università, 1939.

G. PONTE

DIRETTORE DELL'ISTITUTO VULCANOLOGICO DELL'UNIVERSITÀ DI CATANIA

## Rapporto riassuntivo dei fenomeni osservati sull'Etna durante il triennio 1937-1939

Da tempo si crede che l'Etna, tra una eruzione laterale e l'altra, abbia avuto dei periodi di quiete, che in questo secolo sarebbero stati di 16 anni dal 1892 al 1908, di 2 anni dal 1908 al 1910, di uno dal 1910 al 1911, di 12 dal 1911 al 1923 e di anni 5 dal 1923 al 1928. Ma le assidue osservazioni che si vanno facendo, specialmente da quando è stato istituito l'Osservatorio vulcanologico etneo, cioè dal 1926, ci rivelano l'inesattezza di questa idea perchè il Cratere centrale e la Bocca subterminale hanno, è vero, dei periodi di quiete, ma essi sono brevissimi e frequentemente interrotti da fenomeni esplosivi o da colate laviche intercrateriche che, per la difficile accessibilità del vulcano non erano nel passato osservati. Il bollettino dell'Istituto Vulcanologico Etneo, che viene pubblicato assiduamente, porge ora dati certi che permetteranno di fare conoscere la reale attività dell'Etna e il riassunto che qui diamo è appunto ricavato da questo bollettino.

Anno 1937

**Gennaio.** Il Cratere centrale restò piuttosto calmo, ma in intensa attività solfatariana. La Bocca subterminale diede segni di continua attività esplosiva, spesso con lancio di cenere che intorbidò la neve, specialmente sul versante orientale, cioè in direzione opposta dei venti che dominano sull'Etna.

**Febbraio.** Fu avvertita qualche esplosione al Cratere centrale, ma il denso fumo persistente impedì ogni osservazione. Alla Bocca subterminale l'attività esplosiva fu debole e piuttosto continua.

**Marzo.** Nelle poche visite che poterono farsi al Cratere centrale fu riscontrata una certa calma, ma la cenere riscontrata sulla neve della terrazza craterica fece bene pensare che l'attività esplosiva non fosse mancata.

**Aprile.** Sola attività solfatariana.

**Maggio.** Moderata attività esplosiva alla bocca subterminale e calma al cratere centrale.

**Giugno.** L'attività esplosiva fu accentuata al Cratere centrale e alla Bocca subterminale spesso con getti di cenere, che oscuravano il fumo.

**Luglio.** L'attività esplosiva fu meno intensa del giugno, tanto che l'assistente Dr. ABBRUZZESE potè scendere dentro il Cratere centrale.

**Agosto.** Furono avvertiti boati spesso così forti da essere uditi dall'Osservatorio; essi provenivano dalla Fossa centrale e dalla Bocca subterminale.

**Settembre.** Il giorno 1 e il 7 furono visti bagliori al Cratere centrale ove l'attività esplosiva fu accentuata anche per i forti boati.

**Ottobre.** L'attività esplosiva continuò moderata tanto alla Fossa centrale che alla Bocca subterminale.

**Novembre.** Getti di cenere accompagnati da boati furono osservati alla Fossa centrale e alla Bocca subterminale. La neve caduta sulla terrazza craterica si presentò oscurata da un lieve strato di cenere.

**Dicembre.** L'attività continuò soprattutto alla Bocca subterminale ove furono osservati bagliori nell'ultima decade.

### Anno 1938

**Gennaio.** Il Cratere centrale restò calmo, mentre la Bocca subterminale in moderata attività esplosiva, spesso con getti di cenere e furono visti saltuariamente bagliori durante la notte.

**Febbraio.** L'attività esplosiva fu frequente spesso con forti boati al Cratere Centrale e alla Bocca subterminale; furono visti bagliori nella notte del 10 e del 18.

**Marzo.** Il Cratere centrale fu calmo e la Bocca subterminale in lieve attività esplosiva con qualche getto di cenere.

**Aprile.** Continuò debole l'attività esplosiva e qualche notte furono visti bagliori. Nel Cratere centrale fu notata una frana di un tratto lungo circa 150 m. e largo 2. Nella seconda decade comparve fumante il lato NE del medesimo.

**Maggio.** Si accentuarono l'attività esplosiva e i bagliori alla Bocca subterminale e la neve apparve intorbidata sul lato orientale fino alla Valle del Leone.

**Giugno.** Continuò l'attività esplosiva solo alla Bocca subterminale con lievi variazioni nella intermittenza e nella intensità. Le scorie roventi lanciate qualche volta raggiungevano l'orlo della Bocca ove ne fu trovata qualcuna. Nella notte furono visti bagliori abbastanza frequentemente. Il Cratere centrale apparve sempre pieno di fumo e, stando sull'orlo, furono spesso uditi rumori di frane.

**Luglio.** Le frequenti giornate limpide permisero di osservare i mutamenti avvenuti nel Cratere centrale in seguito alle frane dei mesi precedenti. La Fossa centrale si presentò allargata un poco, con le sue pareti a picco e sul lato NE apparve la bocca ove molti anni addietro vi era il cono intercraterico ora del tutto scomparso. Sul fondo della Bocca subterminale andava crescendo un basso conetto con largo cratere.

**Agosto.** Continuò l'attività esplosiva alla Bocca subterminale che si svolgeva con forti detonazioni e lancio di scorie roventi a lunghi e irregolari intervalli. Il Cratere centrale restò calmo.

**Settembre.** Continuò intensa l'attività esplosiva anche al Cratere centrale e di notte furono visti bagliori.

**Ottobre.** Come il mese precedente.

**Novembre.** Come i mesi precedenti.

**Dicembre.** Le esplosioni al Cratere centrale si fecero meno frequenti ed avvenivano con lancio di cenere, mentre continuarono intense alla Bocca subterminale.

Anno 1939

**Gennaio.** Notevole indebolimento dell'attività esplosiva.

**Febbraio.** Attività solfatariana non interrotta da esplosioni.

**Marzo.** Continuò il periodo di calma.

**Aprile.** Ripigliò l'attività esplosiva alla Bocca subterminale ove il conetto appariva notevolmente cresciuto per via del materiale abbondante continuamente proiettato.

**Maggio.** Continuò l'attività esplosiva alla Bocca subterminale, mentre il Cratere centrale si mantenne piuttosto calmo.

**Giugno.** Come il mese precedente fino al giorno 23. Il giorno 24 e il 25 furono visti da Taormina dei bagliori e il 26 notte la cima dell'Etna apparve anche da Catania vivamente illuminata: col binocolo si potè scorgere il materiale igneo lanciato fuori dell'orlo. I bagliori continuarono per tutto il mese e il giorno 27 furono uditi boati da Catania e da tutti i paesi etnei. Al Cratere centrale era avvenuta una eruzione di lava dalla bocca addossata al lato NE e si era riversata sulla terrazza craterica. Le esplosioni del 26 proiettarono abbondanti lapilli e scorie e ne furono trovati anche sull'orlo del gran cratere.

**Luglio.** Calma nella 1<sup>a</sup> decade al Cratere centrale; piccoli effussi lavici nei giorni 11, 12 e 14. Alla Bocca subterminale debole attività esplosiva con lancio di scorie coeve.

**Agosto.** Attività esplosiva con lancio di scorie roventi e lapilli solo al Cratere centrale. Calma alla Bocca subterminale.

**Settembre.** Attività esplosiva al Cratere centrale più intensa dei mesi precedenti. Calma alla Bocca subterminale.

**Ottobre.** Continuò molto intensa l'attività esplosiva al Cratere centrale con proiezioni di materiale coevo e qualche piccola colata. Calma alla Bocca subterminale.

**Novembre e Dicembre.** Continuò l'attività esplosiva al Cratere centrale e qualche notte furono visti bagliori anche da lontano. Calma alla Bocca subterminale.

G. PONTE

DIRETTORE DELL' ISTITUTO VULCANOLOGICO DELL' UNIVERSITÀ DI CATANIA

## Nuovi metodi per la raccolta dei gas che esalano dalle lave fluenti, dalle rocce arroventate o fuse e dalle fumarole

È stata fatta rilevare la differenza che passa tra fumarole e soffioni <sup>1)</sup>. Le prime sono degli spiragli attraverso i quali l'aria, venendo a contatto con il materiale rovente, determina delle ossidazioni che danno luogo a sviluppo di prodotti gassosi i quali esalano tranquillamente senza altra pressione all'infuori della lieve forza ascenzionale, determinata dal movimento dell'aria calda; mentre i soffioni sono getti di gas con vapore acqueo surriscaldato. I gas delle fumarole sono sempre mescolati con l'aria, né gli studiosi favorevoli alla teoria del magma saturi di gas hanno studiato di evitare questa miscela con l'aria in opposizione all'altra teoria che le esalazioni vulcaniche provengano da ossidazioni esogene del magma.

Sono in corso sull'Etna delle ricerche condotte nel modo seguente :

Le esalazioni vengono raccolte inalando nelle fumarole, previamente lotate con pietre e fanchiglia, un gas inerte (argon o azoto) per mezzo di un tubo introdotto alla massima profondità possibile. In tal modo si riesce a ottenere una notevole pressione nell'interno della fumarola e tale da spingere fuori i gas vulcanici in miscela con l'argon inalato <sup>2)</sup>. Inalando ossigeno e vapore acqueo l'azione ossidante sulla roccia rovente è grande e si ottiene un notevole

1) G. PONTE, *Fumarole vulcaniche*. Rend. Acc. dei Lincei, Vol. XVII, Serie 6<sup>a</sup>, 1933.

2) G. PONTE, *Raccolta dei gas esalanti dalle lave fluide col metodo dell'inalazione*. Rend. Acc. dei Lincei. Vol. XXXI, Ser. 5, 1922, p. 387.

aumento delle esalazioni. Avviene l'inverso quando vengono inalati dei gas inerti<sup>1)</sup>. Per tali indagini interessanti ricerche furono fatte durante la eruzione etnea del 1923 con un apparecchio del quale trovasi una descrizione nei rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Inalando azoto nella lava fluente di quella eruzione si ottenne una notevole diminuzione dei prodotti gassosi e volatili, che invece aumentarono considerevolmente in presenza di aria e di vapore acqueo.

Durante l'eruzione etnea del 1928 si poté osservare che quando delle rocce non coeve affondavano nella lava fluida, si svolgeva vapore acqueo che venendo a contatto colla lava agiva da energico ossidante dando luogo a sviluppo di gas idrogenati che accendevano sulla superficie della colata.

Altri esperimenti si stanno eseguendo nell'Istituto di Vulcanologia della R. Università di Catania facendo agire una corrente di gas inerte sulla lava portata alla fusione in un forno elettrico tubolare e in un secondo tempo inalando una corrente di ossigeno e di vapore acqueo.

Tali ricerche saranno continuate metodicamente su lave di diverse eruzioni ed anche sui diversi componenti mineralogici isolati dalle lave stesse per dimostrare sempre più che i gas esalanti dalle rocce rinfuse o dalle lave fluenti non sono disciolti nel magma, ma provengono da processi di ossidazione.

<sup>1)</sup> G. PONTE, *I gas magmatici della lava dell'Etna*. Rivista Italiana di Vulcanologia, Anno I, 1924, Fasc. I, p. 24.

G. PONTE

DIRETTORE DELL' ISTITUTO VULCANOLOGICO DELLA UNIVERSITÀ DI CATANIA

## Registrazione delle esplosioni vulcaniche per lo studio delle relazioni che esse hanno con le variazioni delle condizioni dell' atmosfera

Si conoscono degli strumenti che servono per la registrazione delle esplosioni a scopo tecnico, ma essi sono molto costosi e delicati per poterli installare vicino ai crateri.

Si sta provvedendo da parte dell' Istituto di Vulcanologia dell' Università di Catania a fare costruire due sensibili barografi uno dei quali resta chiuso in custodia quasi ermetica e appena messa in comunicazione con l' aria esterna per un piccolo forellino, mentre l' altro, perfettamente delle stesse dimensioni, resta esposto all' aria per riuscire notevolmente più sensibile alle variazioni brusche dell' atmosfera. I due strumenti sono avvicinati e disposti in modo che le loro leve articolabili, che dovrebbero portare in punta la pennina scrivente, terminano con un filamento di platino che serve per la chiusura di un circuito elettrico. Pertanto i due aneroidi, così disposti, si muoveranno parallelamente senza toccarsi quando le variazioni della pressione saranno regolari, ma le brusche variazioni prodotte dalle esplosioni saranno percepite soltanto dall' aneroide non chiuso, per cui la leva andrà a toccare l' altra che rimane immobile. In tal modo verrà chiuso un circuito elettrico che, essendo collegato ad una elettrocalamita, azionerà una penna scrivente su di una zona svolgentesi a movimento di orologeria.

In tal modo si avrà la registrazione dell' istante in cui avviene la esplosione, ma contemporaneamente il congegno chiudendo un circuito metterà in funzione un altro apparecchio per la registrazione della intensità situato all' Osservatorio etneo, che trovasi a circa un chilometro dal cratere.

Il registratore della intensità delle esplosioni, che abbiamo creduto più adatto di collocare all'Osservatorio etneo, è costituito da un microfono sensibile agli scuotimenti di aria determinati dalle esplosioni e da un oscillografo meccanico che rileva gl' impulsi del microfono i quali vengono impressionati su di una pellicola sensibile. Questo registratore entra in azione, come abbiamo detto, al comando elettrico determinato dai due aneroidi situati vicinissimi al cratere e poichè l' onda di scuotimento si avverrà allo Osservatorio con alcuni secondi di ritardo per la maggiore lontananza del cratere, si avrà la completa registrazione dell' intensità della esplosione.

Le registrazioni della intensità delle esplosioni avverranno così su brevi tratti della pellicola sensibile e realizzeranno una notevole economia di essa, mentre i due aneroidi situati vicino al cratere serviranno esclusivamente a chiudere il circuito ed a segnare su di una zona di carta mossa da un congegno a orologeria l' istante in cui avviene ogni esplosione.

Con tale economia si potrà tenere sempre in efficienza il sensibilissimo registratore.

G. PONTE

DIRETTORE DELL' ISTITUTO VULCANOLOGICO DELL' UNIVERSITÀ DI CATANIA

## Dispositivo per la raccolta dei gas nell'interno dei crateri vulcanici inaccessibili e profondi

Le reazioni chimiche che avvengono nel cratere centrale di un vulcano, come l'Etna, in funzione della temperatura, che varia con le oscillazioni del magma nel condotto eruttivo, sono molto complesse, ma una serie di analisi continuative dei gas e delle esalazioni raccolti a determinata temperatura nelle profondità crateriche, potrebbe permetterci di stabilire le relazioni che essi potrebbero avere con il sollevamento o l'abbassamento del magma nel condotto eruttivo.

La sistematica raccolta dei prodotti gassosi e la contemporanea misura della loro temperatura nelle fumarole e nei punti più profondi e inaccessibili del cratere fatti nei periodi di calma e quando l'inizio dell'attività esplosiva ci indica che il magma si va sollevando nel condotto eruttivo, sono da tempo oggetto di nostri studi. In questa breve nota accenniamo alcuni tentativi fatti alla Bocca subterminale dell'Etna nel cui fondo va crescendo un cochetto di scorie che resta circa una cinquantina di metri sotto l'orlo e che per le sue intermittenze permette di studiare le variazioni suddette in relazione con la diversa attività. Affacciandoci a un cratere già sappiamo avvertire la maggiore o minore quantità di anidride solforosa che da esso esala, come sappiamo riconoscere facilmente la presenza o no dell'idrogeno solforato, ma la distanza considerevole dalle fumarole ci fa spesso confondere le esalazioni che da esse provengono e ve ne sono alcune esclusivamente solfidriche, mentre altre sono esclusivamente solforose e cloridriche. Pertanto abbiamo pensato d'introdurre nelle parti profonde della Bocca subterminale un

ordigno che permetta di raccogliere i gas nei pressi del terreno da dove essi sfuggono; non importa se siano mescolati con l'aria; come del resto lo sono tutte le esalazioni vulcaniche. A noi interessa di stabilire, in linea generale, la comparsa di quei gas o di quei prodotti volatili che caratterizzano la vicinanza del magma fluido.

Il dispositivo da noi adoperato consta di un soffietto in tela impermeabile che porta sulla parte inferiore una leva la quale serve a liberare il detto soffietto dalla sua posizione di chiusura; ciò avviene automaticamente quando la leva urta sul terreno da dove sfuggono le esalazioni. Sulla parte superiore del soffietto è fissato un termometro a massima e un tubo con calce sodata attraverso il quale sono costretti a passare i gas vulcanici mescolati con l'aria durante l'aspirazione prodotta dall'allungamento del soffietto, che incomincia appena si sgancia la leva. Tutto il dispositivo, cioè il soffietto con la leva, il tubo con calce sodata e il termometro, pesa circa 300 grammi e permette di aspirare 10 litri di gas; esso viene calato nel cratere con due cordicelle che vengono mollate da due persone situate a notevole distanza l'una dall'altra, occorrendo anche da due punti opposti dell'orlo da dove riesce facile scorgere il fondo.

Le prime prove fatte nella Bocca subterminale dell'Etna hanno dimostrato il buon funzionamento dell'apparecchio. Naturalmente questi esperimenti debbono farsi con molta sveltezza nei momenti in cui non avvengono proiezioni abbondanti di materiali e nelle giornate asciutte quando il fumo tenue permette di vedere nettamente il fondo del cratere.

G. PONTE

DIRETTORE DELL' ISTITUTO VULCANOLOGICO DELL' UNIVERSITÀ DI CATANIA

## Relazione sulla organizzazione per la difesa contro i danni delle eruzioni dell'Etna

Circa una trentina di eruzioni sono avvenute sull'Etna in tre secoli, dal 1600 ad oggi, e di queste circa la metà hanno raggiunto la zona coltivata o abitata coprendo una superficie che grossolanamente si stima di circa 100 Km.<sup>2</sup>, cioè  $\frac{1}{16}$  della superficie totale del Vulcano, mentre la superficie deserta o boschiva coperta dalle lave si calcola di circa  $\frac{1}{3}$  della precedente. Queste valutazioni sono molto approssimative, ma anche quando venissero perfezionate, appena si avranno i nuovi rilievi della superficie delle diverse colate, esse avrebbero sempre un valore approssimativo, perchè non è facile stabilire la loro potenza che varia da metro a metro. Solamente ora che abbiamo un esatto rilievo stereofotogrammetrico dell'Etna potremo stabilire con buona approssimazione il volume delle future colate.

I dati che possediamo ci permettono intanto di rilevare una notevole diminuzione dell'attività effusiva dell'Etna in questo secolo: Le 5 eruzioni di lava che abbiamo avute hanno appena coperto una superficie di 18 Km.<sup>2</sup> in buona parte di terreni coltivati. Ciò ci spinge a provvedere con tutti i mezzi che suggerisce la scienza e la tecnica alla difesa contro i danni delle eruzioni e il nostro grande Duce ha in un primo tempo ordinato di mettere in piena efficienza l'antichissimo Osservatorio etneo per organizzare un servizio scientifico-tecnico di difesa tale che possa riuscire utile alla popolazione etnea.

Un corpo di Militi specializzati, in stretta collaborazione con il personale dell'Istituto vulcanologico etneo, studierà e sperimenterà sul terreno tenendosi sempre pronto alla difesa antivulcanica. Un gruppo di avieri dell'aeroporto

di Catania verrà addestrato alle ricognizioni sul vulcano e al lancio di alti esplosivi per l'eventuale deviazione del corso di una colata che dovesse minacciare i terreni coltivati o i centri abitati.

La Direzione dell'Istituto Vulcanologico in Catania sarà telefonicamente collegata coll'Osservatorio etneo ove verranno installati vari strumenti registratori e vi sarà un permanente servizio di custodia e di manutenzione. Al primo indizio di un risveglio eruttivo verrà subito ordinato all'Aeroporto di Catania il sollevamento di un aeroplano esploratore per conoscere la ubificazione delle bocche eruttive e il corso della colata; frattanto i corrispondenti dei paesi circumetnei daranno altre notizie, mentre il personale dell'Istituto si recherà, provvisto di una stazione radio campale, nei posti ove si possa meglio osservare l'andamento dell'eruzione.

Se si trattasse di eruzione che minacciasse le zone coltivate o abitate il Direttore dell'Istituto ne darebbe comunicazione al rappresentante del Governo per ordinare tempestivamente la riunione del Comitato di difesa composta dal Direttore dell'Istituto di Vulcanologia, dall'Ing. Capo del Genio Civile, dall'Ing. Capo dell'Ufficio tecnico della Provincia, dal Comandante dell'Aeroporto, del Distretto militare e della Milizia Fascista e dal R. Questore onde ordinare, dietro le comunicazioni del Direttore dell'Istituto Vulcanologico, le opere immediate da compiere rivolte a deviare, verso quella direzione che verrà riconosciuta la più opportuna, il corso della lava con il lancio di alti esplosivi sul fianco della colata là dove essa è fluida. Frattanto le fotografie aeree prese varie volte al giorno permetteranno di segnare sulla carta topografica il corso della lava, mentre il personale dislocato sul teatro eruttivo completerà altre indagini come: le variazioni della portata alle bocche effusive, la parte del fronte ove si forma maggiore rigurgito e dove il torrente Igneo incomincia a formare una crosta solida e infine la velocità oraria dell'avanzamento del fronte che verrà determinata con dei picchetti previamente piantati sul terreno verso la direzione principale della colata.

Potrà pure essere ordinata la deviazione della lava o lo sgombero delle case coloniche minacciate con l'aiuto del R. Esercito e della Milizia Fascista.

La difesa contro i danni delle eruzioni etnee sarà così organizzata tra poco, appena l'Osservatorio etneo sarà completamente restaurato e attrezzato, mentre auguriamo che l'Etna ritardi le sue eruzioni di lava.



DOMENICO ABBRUZZESE

---

## L'attività dello Stromboli dal 1937 al giugno 1939

(Con 4 tavole)

---

Lo Stromboli è stato sempre descritto come un vulcano in perenne attività esplosiva o che si manifesta ad intervalli di tempo tanto regolari da renderlo caratteristico tra gli altri vulcani della Terra. Gli efflussi lavici di questo vulcano sono stati ritenuti invece come fenomeni meno frequenti e di non grande rilievo.

Dalle osservazioni compiute allo Stromboli, e che questo Istituto di Vulcanologia registra dal 1930<sup>1)</sup> si riscontra una intensa attività effusiva che è di gran lunga superiore di quella esplosiva, come può rilevarsi dal seguente riassunto.

Si potrà stabilire in seguito ad una più lunga serie di osservazioni se questa attività effusiva debba considerarsi come un fenomeno nuovo che si verifica da un decennio su questo vulcano o se si tratta invece di una normale attività non riscontrata nel passato per mancanza di frequenti osservazioni.

Nel gennaio lo Stromboli si mantenne in attività esplosiva molto intensa.

Il giorno 6 a 6<sup>h</sup> 2<sup>m</sup> fu avvertita una forte esplosione accompagnata da un sensibilissimo scuotimento del suolo. Contemporaneamente un pino denso, carico di cenere, si sollevò per circa 300 metri, mentre bagliori intensi furono visibili dall'abitato. Molto probabilmente una colata lavica si era riversata sulla Sciara del Fuoco.

---

1) D. ABBRUZZESE, *Attività dello Stromboli dal 1930 al 1934*. Boll. Soc. Sismologica Italiana, Vol. XXXIII.

D. ABBRUZZESE, *L'attività dello Stromboli dal 1934 al 1936*. Bull. Volcanologique, Serie II - Tome II.

Le esplosioni si ripeterono ancora a 6<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>, 6<sup>h</sup> 35<sup>m</sup>, 6<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>, e a 7<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> e sempre accompagnate da sensibili scuotimenti del suolo. Per tutta la giornata fu un succedersi di esplosioni, con boati prolungati, e che spesso erano accompagnate dal lancio di materiale coevo che per la Sciara del Fuoco rotolava sino al mare. Nella notte del 6 il fumo apparve vivamente illuminato per i trabocchi lavici che avvenivano nella Fossa.

Al mattino del 7 l'attività esplosiva divenne ancora più intensa del giorno precedente. Le esplosioni furono sempre continue e ad intervalli molto brevi, specialmente verso sera.

Il giorno 10 a 6<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> fu avvertita una violentissima esplosione che fece saltare in aria il conetto di scorie formatosi sull'orlo del cratere e prospiciente sulla Sciara del Fuoco. Tale attività, con intensità quasi continua, si protrasse fino al giorno 17.

A 13<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> del 21 gennaio una fortissima esplosione scosse tutta l'isola. Un pino, molto denso, si sollevò a notevole altezza e massi considerevoli si abbatterono sulla parte alta del vulcano. Nell'abitato cadde una notevole quantità di lapillo ed abbondante cenere che ricoprì i tetti delle case.

Fra la popolazione vi fu molto panico, ma nessun danno alle persone. Numerosi vetri furono rotti a causa dello spostamento d'aria provocato dalla esplosione e pezzi di intonaco si staccarono in alcune case.

Dopo questa ultima esplosione l'attività dello Stromboli andò diminuendo nel mese di febbraio; non mancarono però brevi periodi di maggiore intensità e specialmente nei giorni 4, 11, 19 e 24.

Durante questo mese furono osservati vivi bagliori sul cratere e che apparivano anche sulla Sciara del Fuoco, dovuti molto probabilmente a trabocchi lavici.

Nel marzo l'attività esplosiva crebbe di intensità rispetto al mese precedente. Per tutto il giorno 1, e fino a notte inoltrata, furono udite forti esplosioni ad intervalli di pochi minuti, spesso accompagnate dal lancio di mate-

riale, che ricadeva in buona parte dentro il cratere. Per i restanti giorni della decade non si ebbe a registrare alcun fenomeno di notevole importanza.

Dal giorno 10 al 27 tornò a manifestarsi l'attività esplosiva molto accentuata, con lancio di materiale rovente che si sollevava a considerevole altezza, ricadendo a ventaglio attorno all'apparato eruttivo. Colate laviche, non bene accertate, si crede che si siano riversate per la Sciara del Fuoco, a giudicare dai vivi bagliori che illuminavano il cielo.

Nei giorni 24, 25 e 26 esplosioni ad intervalli lanciarono una buona quantità di cenere che arrivò anche sull'abitato.

Dal giorno 27 al 3 aprile lo Stromboli si mantenne in calma relativa. Ma il giorno 4 ricominciarono le esplosioni, a brevissimi intervalli, accompagnate quasi sempre da materiale coevo. Tale attività durò per tutto il mese di aprile. In questo periodo furono notati vivi bagliori sulla Sciara del Fuoco, che fecero supporre provenissero da colate laviche.

Dal 15 al 30 aprile cadde nell'abitato abbondante pioggia di cenere e di lapillo.

Nelle prime due decadi di maggio l'attività esplosiva andò diminuendo di intensità. Rade esplosioni, alcune delle quali accompagnate dal lancio di materiale clasmatico, furono udite dagli abitanti.

Nelle notti dal 2 al 7 furono visti dei bagliori, ma non si poté accettare se provenissero da colate laviche.

Dal giorno 21 a tutto il 31 lo Stromboli si mantenne in normale attività.

Nel mese di giugno le esplosioni si susseguirono a brevi intervalli e con intensità maggiore dei mesi precedenti. Dalla Fossa si alzavano pini oscuri, densi, carichi di cenere e sempre accompagnati da forti esplosioni che scuotevano violentemente porte e finestre, causando anche la rottura di qualche vetro, mentre abbondanti colate laviche raggiungevano il mare. L'attività dello Stromboli divenne meno accentuata nella terza decade e si mantenne tale fino al 15 luglio. In questo periodo furono udite delle

leggere esplosioni accompagnate da proiezione di lapillo e sabbia. Dagli abitanti furono pure avvertite lievi scosse di terremoto.

Nei giorni 17 e 21 dello stesso mese furono viste dense colonne di fumo bianco e verso sera si ebbe in paese pioggia di minutissimo lapillo. In detti giorni furono osservati rigagnoli di lava, che però non raggiunsero il mare.

Nella prima quindicina di agosto non si ebbero manifestazioni di particolare importanza, tranne esplosioni continue per tutto il giorno 9 con lancio di materiale clasmatico.

Il giorno 16 si ebbe una ripresa dell'attività esplosiva, con proiezione di materiale coevo a intervalli di 10 minuti circa, che si protrasse per tutto il mese di agosto.

Nella mattina del 25 una colata lavica raggiunse il mare cessando del tutto nel pomeriggio del 26. Altra colata di brevissima durata si ebbe il giorno 29. Nel mese di settembre lo Stromboli si mantenne in relativa calma, tranne rade esplosioni di debole intensità nei giorni 14, 22 e 29. Bagliori vivi furono osservati alla Fossa nei giorni 22 e 24.

Nel mese di ottobre nessun fenomeno di rilievo è stato segnalato e così pure nella prima decade di novembre. Il giorno 12 di detto mese furono uditi cupi boati ad intervalli variabili, che si ripeterono il 15, 19 e 23.

L'attività esplosiva del vulcano aumentò negli ultimi di novembre e si mantenne tale fino al 14, giorno in cui a 7<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> una formidabile esplosione, seguita da un'altra di minore intensità, squassò parte dell'impalcatura craterica, proiettando a notevole altezza massi considerevoli e scorie roventi, che rotolarono sulle pendici del monte, mentre un pino oscuro, a grosse volute, si alzava rapidamente per circa 600 metri al di sopra del cratere. Lo spostamento d'aria, provocato dalla forte esplosione, spalancò molte porte e finestre chiuse; parecchi vetri andarono in frantumi.

La popolazione dell'isola, presa da grande panico, si riversò sulle strade gridando e piangendo, temendo il ri-

petersi della catastrofe del 1930. Fortunatamente il materiale proiettato si sparse solamente sulla parte alta, mentre nell'abitato cadde, per circa 30 minuti, una abbondante pioggia di cenere che ricoprì per parecchi centimetri i tetti delle case.

Il Cap. Bonsignore, comandante della Stazione Semaforica, si recò subito alla Punta La Bronzo e potè osservare che tre correnti di lava precipitavano fino al mare, da dove si sollevavano dense nuvole di vapor d'acqua. L'eruzione continuò per tutta la notte e cessò nel pomeriggio del 15.

Dopo questo parossismo lo Stromboli rientrò nella sua normale attività che si protrasse per tutto il mese.

### Attività nel 1938

Durante il 1938 l'attività dello Stromboli è stata seguita con maggiore assiduità degli anni precedenti per il fatto che l'Istituto di Vulcanologia ha potuto ottenere che da parte del personale della Stazione Semaforica di Stromboli fossero registrati tutti i fenomeni presentati dal vulcano, e grazie anche alle agevolazioni accordate dalla Soc. Eolia di Navigazione.

Le osservazioni vengono effettuate giornalmente e cioè mattina, pomeriggio e notte; praticamente il personale registra tutti i fenomeni che si svolgono nelle diverse ore del giorno e che per ragione del proprio servizio ha la possibilità di osservare assiduamente.

L'attività del gennaio fu accentuata. Esplosioni continue di debole intensità si succedettero nei crateri della Fossa, tranne il 25, giorno in cui esplosioni continue, ad intervalli brevi, lanciavano materiale di cui il più pesante ricadeva sulle bocche esplosive. Nelle prime due decadi furono notati continui vivi bagliori, dovuti a trabocchi lavici intercraterici che illuminavano il tratto di cielo soprastante la Fossa.

Il giorno 11 a 8<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>, una colata lavica raggiunse il mare; ebbe così inizio un periodo effusivo che a varie riprese si protrasse per tutto il mese. Nel pomeriggio del 14, ad ora imprecisata, fu osservato del fumo denso ed

oscuro che rimontava la Sciara del Fuoco, dovuto molto probabilmente ad altra colata lavica che raggiunse il mare. Nella notte e per tutto il 15 vi fu calma esplosiva; solo apparvero abbondanti fumate.

Al mattino del 16 un altro efflusso lavico raggiunse il mare e la colata si protrasse fino a sera. Nei giorni seguenti i bagliori al cratere furono vivi e continui. Nella notte del 21 una quarta colata si riversò sulla Sciara del Fuoco. Anche il 25, preceduta da leggere esplosioni con lancio di materiale, si accentuò l'attività effusiva dello Stromboli che continuò nei giorni 26 e 27, e la lava raggiunse il mare.

Bagliori continui perdurarono per tutto il mese.

Nel febbraio l'attività fu abbastanza moderata:

Poche esplosioni di debole intensità furono avvinte nei giorni 1, 13 e 22 senza lancio alcuno di materiale; mentre vivi bagliori vennero notati di notte nei giorni 6, 7, 11, 13, 15, 16 e 20.

Nelle prime due decadi di marzo nessun fenomeno di interesse si presentò allo Stromboli, tranne qualche rada esplosione e dei bagliori intermittenti.

Il giorno 26, da 14<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> a 15<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>, fu osservata una gran massa di fumo sulla Sciara del Fuoco, dovuta, probabilmente, ad una colata lavica di brevissima durata. Anche il 27, e per tutta la giornata, si ripetè tale fenomeno.

Nel pomeriggio del 31, ad ora imprecisata, vi fu un'altra colata lavica sulla Sciara del Fuoco.

Il 7 aprile furono osservati tre pini oscuri, carichi di cenere, che si sollevarono per circa 50 metri al disopra del cratere.

A 3<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> del 16 fu avvertita una debole scossa ondulatoria; altra scossa sussultoria, della durata di 4 secondi circa, si ripetè il 25 a 23<sup>h</sup> 04<sup>m</sup>.

Dal mattino del 26 a tutto il pomeriggio fu notato abbondante fumo risalire la Sciara del Fuoco, dovuto probabilmente a colata lavica.

Alle ore 5 del 27 ebbe inizio un'altra colata lavica che si protrasse per tutto il giorno.

Il 5 maggio a 7<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>, preceduto da un pino carico di sabbia e di sottile lapillo, ebbe luogo una nuova eruzione, iniziandosi un periodo di attività esplosiva ed effusiva importante che si protrasse sino al 18 giugno.

Altro efflusso lavico si ebbe il giorno 7 a 15<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> ed anche questo fu di breve durata.

A 12<sup>h</sup> 16<sup>m</sup> dell' 8 fu udita una forte esplosione e contemporaneamente un pino carico di sabbia, lapilli e scorie si alzò per circa 200 metri oltre la cima di S. Vincenzo. Il materiale leggero arrivò sino all' abitato di Piscità. Da questo giorno e sino al 21 lo Stromboli si mantenne calmo.

Il 22 a 17<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> fu notato un altro imponente pino che a grosse volute si alzò denso per circa 600 metri al disopra del cratere. Sulla parte alta dell' isola si riversò del materiale clasmatico, mentre in paese e sul mare, sino a due chilometri dalla spiaggia, cadde una abbondante pioggia di sabbia che coprì le campagne e i tetti delle case per uno strato di parecchi centimetri.

Contemporaneamente una copiosa colata lavica arrivò in pochi minuti al mare, formando enormi nuvole di vapore acqueo.

L' eruzione continuò sempre con la stessa intensità per tutto il 23 e il 24.

Il 25 non fu accertata alcuna attività effusiva, sebbene bagliori continui illuminassero vivamente il cielo.

A 7<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> del 1º giugno si sollevò rapidamente un pino con grosse volute.

Nel pomeriggio dello stesso giorno, mi portai per la via di La Bronzo in vista dell' apparato eruttivo e potei constatare che una nuova colata, iniziata poco prima del mio arrivo, ore 15, scendeva con molta lentezza per la Sciara del Fuoco.

Mi soffermai fino a tarda ora della notte e potei fare, durante quell' attività effusiva, osservazioni di particolare interesse, che sono riportate in altra nota di questo bollettino.

In tale visita potei osservare che l' attività dei mesi precedenti aveva modificato alquanto l' apparato craterico.

L' eruzione continuò ancora durante la mia permanenza allo Stromboli e cessò nel pomeriggio del 5.

Nei giorni seguenti e fino al 12 furono osservate rare esplosioni e piccoli pini.

Il giorno 15 a 19<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> si ebbe una nuova eruzione che durò tutta la notte sino alle prime ore del mattino.

A 20<sup>h</sup> 00<sup>m</sup> del 18 fu notata un'altra colata lavica che cessò nella notte.

Dopo quest'ultima attività lo Stromboli rientrò in un periodo di relativa quiete.

Nella 3<sup>a</sup> decade di giugno e nelle prime due di luglio nessun fenomeno di particolare rilievo fu segnalato.

Nel mese di luglio, specialmente dal 21 al 25, furono osservati deboli esplosioni con formazione di piccoli pini.

Il 12 agosto incominciò una attività esplosiva molto debole, con formazione di pini oscuri e pioggia di sabbia, mentre bagliori quasi continui illuminavano l'apparato eruttivo. Tale attività si prolungò con continuità sino agli ultimi di settembre.

Nei giorni 9, 10, 11 di detto mese, trovandomi allo Stromboli per accompagnarvi il Dott. STEHN Direttore dei Servizi Vulcanologici delle Indie Olandesi, potei constatare che l'attività esplosiva era ancora molto accentuata.

Nei giorni 19-20 e 23 di ottobre fu notato dal personale del Semaforo del fumo rimontante la Sciara del Fuoco, che fece intuire essere avvenute delle eruzioni laviche che non furono bene accertate per la brevità della loro durata.

Nella notte del 26 furono visti bagliori sulla Sciara del Fuoco, dovuti probabilmente ad altra colata di lava. Essi perdurarono per tutto il mese e sino al 5 novembre, quando, ad ora imprecisata, una nuova colata raggiunse il mare. L'attività effusiva continuò nei giorni 6, 7, 8, 9, 10 e 11 e cessò del tutto nella mattinata del 12. Molto materiale si riversò allora sulla Sciara del Fuoco ed in tale quantità da formare nel mare un braccio che si protese per parecchi metri di lunghezza.

Per tutto il mese il vulcano diede rade esplosioni, mentre i bagliori ai crateri durarono sino al 2 dicembre.

Nella notte dall' 1 al 2 fu osservata una nuova colata lavica che raggiunse il mare ; essa cessò nella notte del 3.

Il giorno 11 a 9<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> fu notato il caratteristico fumo rimontante la Sciara del Fuoco, che lasciava intuire un efflusso lavico di breve durata.

A 16<sup>h</sup> 21<sup>m</sup> del 14 fu avvertita una forte esplosione.

Nel rimanente dicembre continuò l'attività esplosiva, mentre bagliori arrossavano vivamente il cielo.

### Attività nel 1° semestre 1939

Il giorno 4 gennaio a 7<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> è stata udita una forte esplosione accompagnata dal lancio di materiale clasmatico che si riversò sulla Sciara del Fuoco. Altre esplosioni si ripeterono a vari intervalli nella giornata.

Anche il giorno 6 l'attività esplosiva fu accentuata.

Nella notte del 10 furono osservati vivi bagliori, dovuti a trabocchi lavici intercraterici.

Il giorno 27 a 21<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> fu avvertita una sensibile scossa di terremoto classificata di grado 4° della scala Mercalli.

In generale l'attività dello Stromboli nel gennaio fu molto moderata.

A 6<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> del 3 febbraio fu avvertita un'altra scossa di terremoto di senso ondulatorio, classificata di grado 3° della scala Mercalli. Per tutta la prima decade nessun fenomeno di rilievo fu registrato.

A 16<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> del 10 fu osservata una imponente colata lavica che raggiunse il mare, cessando del tutto nella mattina del giorno 16.

Una violentissima esplosione, con lancio di materiale, fu avvertita a 14<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> del 12. Cessata l'attività effusiva perdurarono i bagliori alla Fossa fino al giorno 22.

Nella terza decade di detto mese il vulcano si mantenne relativamente calmo.

Nel mese di marzo lo Stromboli entrò in intensa attività : esplosioni continue si susseguirono per tutto il

mese, mentre intensi bagliori arrossavano il fumo dei crateri della Fossa.

Il giorno 25 a 20<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> ebbe inizio un'altra colata lavica che raggiunse il mare. Trovandomi in detto giorno allo Stromboli per accompagnare la Comitiva della Società Geologica Tedesca, in visita ai vulcani delle Eolie e dell'Etna, mi recai subito a La Bronzo da dove potei osservare una imponente colata lavica che sgorgava copiosa verso la Sciara del Fuoco. L'attività effusiva continuò con la medesima intensità per tutta la notte e cessò nel pomeriggio del 26.

Nell'aprile l'attività fu uguale a quella del mese precedente. Continuarono sempre le esplosioni che si susseguivano a vari intervalli. A 17<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> del 9 un'altra eruzione di lava raggiunse il mare e si potesse fino al giorno seguente.

Il giorno 15, ad ora imprecisata, fu osservata una nuova eruzione di debole portata e che cessò al mattino del 17.

Nel pomeriggio dello stesso giorno, a 16<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>, riprese l'attività effusiva cessando del tutto nella sera del 18.

Nei giorni 19 e 20 furono udite deboli esplosioni ed osservati bagliori ai crateri.

Ad ora imprecisata del giorno 23 una terza colata lavica si riversò sulla Sciara del Fuoco. Tale attività venne a cessare nel pomeriggio del 27. Per i restanti giorni della decade lo Stromboli si mantenne in calma.

Nella notte del 2 maggio furono notati vivi bagliori ai crateri. Rigagnoli di lava scendevano per la Sciara del Fuoco senza arrivare al mare. Il giorno 6 la colata divenne imponente e cessò nella serata. L'eruzione fu accompagnata da forti esplosioni con proiezione di materiale coevo a notevole altezza. Nella seconda e terza decade continuò sempre l'attività esplosiva del vulcano, con boati a lunghi intervalli, mentre radi furono i bagliori ai crateri della Fossa.

A 19<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> del 31 una nuova imponente colata raggiunse il mare cessando del tutto nel pomeriggio del giorno 8.

ABRUZZESE. — *L'attività dello Stromboli dal 1937 al giugno 1939.*



Stromboli: Pino vulcanico (1 giugno 1938).



ABBRUZZESE. — *L'attività dello Stromboli dal 1937 al giugno 1939.*



Stromboli: L'apparato craterico visto dal mare (11.9.-1938).



BSTRUZZESE. — *L'attività dello Stromboli dal 1937 al giugno 1939.*



Stromboli: La colata lavica del 5-12 novembre 1938.



ALFRED LACROIX

## Sur la production de basalte et d'océanite au cours d'une éruption du volcan actif (Piton de la Fournaise) de l'île de la Réunion.

Certains volcans, alimentés par un magma basaltique, ont fourni, comme lave principale, du *basalte* contenant plus ou moins d'olivine et aussi ces types mélanocrates, riches en olivine que sont les *océanites*. A ce point de vue, on peut citer notamment les îles volcaniques océaniques du Pacifique (îles de la Société, Marquises, Gambier, Hawaï, Juan Fernandez etc.).

A l'exception de ceux de Hawaï, ces volcans ne sont plus en activité, de telle sorte que les relations mutuelles de venue au jour de leurs deux types lithologiques restent indéterminées<sup>1)</sup>.

Le volcan actif de l'île de la Réunion, le Piton de la Fournaise, constitue une exception remarquable méritant d'être étudiée en détail, à cause des conclusions théoriques que l'on peut en tirer.

L'examen des coulées actuellement visibles fait voir que si les basaltes normaux prédominent comme ailleurs, les épanchements d'océanite, alternant avec eux sont loin d'être des exceptions, mais jusqu'ici les observations directes sur leur mise en place manquaient presque complètement. En 1911, lors de mon exploration de ce volcan, j'ai bien cherché à recueillir quelques données sur leur passé, en remontant sur ces coulées depuis le bord de la mer jusqu'au sommet

---

1) Tel est le cas pour les trois exemples de coulées datées d'océanite à Hawaï [1840: coulée de Nanavale (Kilauea), 1852 et 1868 (Mauna Loa)].

du Piton (2635<sup>m</sup>), mais les indications fournies sur leur âge par ceux qui m'accompagnaient ne présentaient pas un caractère de certitude suffisant pour une discussion sérieuse.

J'ai pu cependant confirmer l'exactitude de certaines d'entre elles en comparant les laves considérées à des échantillons datés, conservés dans le Musée de Saint-Denis et au Muséum national d'histoire naturelle et qui y avaient été déposés à l'époque de leur épanchement.

Je me suis demandé si ces divers types de laves ont été toujours fournis par des éruptions distinctes ou bien si une même éruption a donné l'un et l'autre. Il n'est pas douteux que la plus grande partie des éruptions ont été caractérisées par un seul de ces types, tel a été le cas du grand paroxysme de 1931, auquel sont dues de longues coulées d'océanite, alors que nombreuses sont les éruptions, grandes ou petites, où n'a été constaté que du basalte pauvre en olivine. J'ai eu l'*impression*, que dans l'enchevêtrement des coulées des Grandes Pentes se trouvent des coulées de composition mixte, l'océanite paraissant constituer de grandes traînées (*Schlieren*) au milieu du basalte; mais la rapidité de mon exploration et ses difficultés, le vague des renseignements recueillis sur l'âge probable de ces laves, ne m'ont pas donné, là encore, une certitude suffisante pour me permettre d'insister sur cette question<sup>1)</sup>.

L'activité manifestée du 7 décembre 1938 au 11 janvier 1939 a apporté de la clarté sur ce sujet.

L'administration locale ayant pris la décision, que je recommandais depuis si longtemps, d'organiser une observation permanente du volcan, M. Maurice JEAN, qui en a été chargé, a bien voulu se prêter, mais seulement à la fin de l'éruption, à une récolte systématique d'échantillons de lave correspondant aux différentes phases de l'éruption; elles peuvent être résumées de la façon suivante d'après ses observations.

<sup>1)</sup> Comptes rendus, 154, 1912, p. 169 et 251; 155, 1912, p. 538.

Le 7 décembre, une grande fente s'est ouverte sur le flanc Sud-Est du Piton de la Fournaise, à environ 1km du cratère nouveau. Des projections strombolianes ont édifié un petit cône égueulé du côté Sud-Est. Par cette échancrure se sont épandées des coulées à surface en échaudés (16 décembre et 6 janvier). D'autres, plus nombreuses, constituées par l'océanite, sont parties (7, 15, 20 et 25 décembre) de la base du cône, ayant de 45 à 50m de hauteur; certaines d'entre elles se sont insinuées sur les précédentes.

Par places, ces coulées se sont superposées et sont descendues sur les Grandes Pentes.

Cette phase d'épanchement a été suivie d'une autre, d'un caractère différent. Le 9 janvier, de violentes explosions accompagnées de formidables détonations eurent lieu dans le cratère du cône rejetant d'abord de gros blocs de lave, puis de petites pences basaltiques friables et très légères accompagnées de fils d'obsidienne capillaire [cheveux de Pélé<sup>1)</sup>]; ces derniers, associés à une poussière de ponce, furent entraînés par le vent sur toute l'île. La partie la plus élevée de la fissure fut alors le siège d'explosions strombolianes qui projetèrent une grande quantité de scories. Enfin, le 12 janvier, du cratère s'échappèrent des jaillissements hawaïens de lave de faible hauteur. Ils s'arrêtèrent brusquement et le phénomène se termina par l'épanchement d'une petite coulée, localisée sur le sommet de la montagne.

Il faut noter qu'au cours de cette éruption, le cratère terminal du volcan de la Fournaise était resté inactif.

Je ne possède encore que des échantillons de certains des stades de cette éruption, mais ils suffisent déjà à démontrer qu'ils appartiennent, suivant les cas indiqués ci-dessous, soit au basalte très pauvre en olivine, soit à l'océanite<sup>2)</sup>,<sup>3)</sup>.

Les analyses, effectuées par M. RAOULT, donnent leur composition chimique et leur interprétation au point de vue virtuel. J'y joins l'analyse du basalte de la coulée d'une éruption de l'année précédente (1937), qui servira à nos discussions ultérieures.

<sup>1)</sup> M. JEAN a recueilli de ces fils d'obsidienne mesurant 0m, 62 ; ceux de 0m,25 et 0m,20 n'étaient pas rares.

<sup>2)</sup> *Le volcan actif de la Réunion et ses produits*, 1936, pag. 184.

<sup>3)</sup> Des détails plus complets accompagnés de photographies sont donnés dans le Bulletin volcanologique, Napoli (2), 5, 1939 (3-17, 14 pl.).

*Basaltes labradoriques.*

1. Coulée épanchée dans le cratère éteint  
Bory, 12 août 1937. . . . . III. 5.4.4 [2.1.2.3]
2. Coulée épanchée du cratère du cône,  
décembre 1938 . . . . . III. 5.4.4 [2.1.2.3]

*Basalte voisin de l'océanite.*

3. Ponce basaltique du 6 janvier 1939 . . III'. 5.4.4 [1 (2).3.(1) (2).2]

*Océanites.*

4. Surface boursoufflée d'un graton d'océanite, décembre 1938 . . . . . IV. 5.4.4 [(1) 2.3'.1 (2).2]
5. Partie centrale d'un graton, décembre 1938 . . . . . IV. 5.4.4 [1 (2).3.1'.2]
6. Boule d'océanite accompagnant le graton précédent . . . . . IV. 5.4.(3) 4 [2.3.1'.(1) 2]

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Si O <sub>2</sub>	49,86	49,64	45,84	44,56	45,20	44,42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,08	14,21	12,26	8,90	8,62	7,72
Fe <sup>2</sup> O <sub>3</sub>	1,09	1,93	0,79	3,86	2,04	6,44
Fe O	10,63	9,18	11,32	9,18	11,02	7,25
Mn O	0,11	0,12	0,15	0,14	0,15	0,12
Mg O	6,11	7,01	15,21	21,58	22,28	24,41
Ca O	11,78	11,88	9,34	7,60	7,42	6,44
Na <sub>2</sub> O	2,02	2,05	1,41	1,29	0,89	0,80
K <sub>2</sub> O	0,83	0,80	0,74	0,55	0,53	0,66
Ti O <sub>2</sub>	3,54	3,30	2,40	2,22	2,08	1,66
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	tr.	0,10	tr.	tr.	tr.
H <sub>2</sub> O +	0,15	0,08	0,28	0,24	tr.	0,31
H <sub>2</sub> O -	tr.	0,13	0,22	0,11	0,19	0,06
	100,27	100,33	100,06	100,23	100,42	100,29
SiO <sub>2</sub> libre	1,74	0,84	—	—	—	—
Or	5,00	5,00	4,45	2,78	2,78	3,89
Ab	16,77	17,29	12,05	11,00	7,86	6,81
An	26,97	26,97	25,02	16,96	17,79	15,29
Ca Si O <sub>3</sub>	12,88	13,46	8,58	8,70	7,89	6,96
Mg Si O <sub>3</sub>	15,30	17,50	10,80	14,30	16,70	23,40
Fe si O <sub>3</sub>	12,94	10,03	4,75	2,64	4,49	1,98
Mg <sup>2</sup> Si O <sub>4</sub>	—	—	19,94 {	28,02 {	27,72 {	26,32 {
Fe <sup>2</sup> Si O <sub>4</sub>	—	—	8,98 }	5,92 }	33,64 }	8,36 }
Ma	1,62	2,78	1,16	5,57	3,02	9,28
Ilm	6,69	6,23	4,56	4,26	3,95	3,19
Ap	0,34	—	0,34	—	—	—
An %	62	61	67	60	69	70
$\Sigma b$	49,8	50,0	58,2	69,1	71,7	73,8

ALFRED LACROIX

## Conséquences à tirer d'observations sur l'éruption récente du volcan de la Réunion

La composition chimico-minéralogique du basalte épanché par le cratère du petit cône construit par l'éruption du Piton de la Fournaise en 1938, décrit dans une Note antérieure<sup>1)</sup> est celle de la lave qui, en août 1937, a été déversée dans le cratère terminal par une fente ouverte sur le bord de ce cratère Bory<sup>2)</sup>. Cette composition ne diffère pas davantage de celle de la lave des éruptions de 1924 et 1926. Il s'agit d'un *basalte labradorique* (III. 5.4.4) présentant un très léger excès de silice virtuelle et dont, par suite, l'olivine exprimée est réactionnelle.

Cette composition correspond au type basaltique habituel de ce volcan, sous cette réserve que plus fréquemment la silice, au lieu d'être en faible excès, est légèrement en déficit, de telle sorte que, dans ce cas, l'olivine est encore réactionnelle, mais seulement en partie. Il en résulte que la présence ou l'absence d'olivine n'y implique pas nécessairement une différence de composition chimique.

L'*océanite* pourrait, pour plus de précision, être appelée *océanite ankaramite*, car le paramètre *k* de la formule (*h. k. l. m.*) est 3, parce que le rapport de la teneur en olivine et pyroxène *virtuels* est voisine de l'égalité, mais, là encore, la proportion d'olivine *exprimée* est supérieure à celle que donne le calcul et pour la même raison que dans les basaltes. Cette composition se rapproche de celle des océanites de 1897, 1903, 1931, mais celles-ci renfer-

<sup>1)</sup> Comptes rendus, t. 209, p. 407. Le numérotage des analyses donné ci-dessous est celui de cette Note. — Bulletin Volcanologique, Napoli (2), 7, 1940, p. 67.

<sup>2)</sup> *Le volcan actif de l'île de la Réunion* (Supplément), 1938, p. 13, et fig. 3 (p. 15).

ment une quantité plus grande encore d' olivine virtuelle et d' olivine exprimée.

A tous égards, les deux types fournis par l'éruption de 1938-1939 sont donc très distincts l'un de l'autre<sup>1)</sup>, mais les petites pences friables constituent un passage entre eux<sup>2)</sup>, très voisin de l'océanite.

Si l'on veut chercher une explication de la présence de l'océanite, il faut avoir recours à une différenciation par cristallisation du magma basaltique, comme je l'ai fait, lorsque, pour la première fois, j'ai signalé l'existence de cette roche parmi les laves de la Réunion<sup>3)</sup>.

Pour ce point de vue, deux hypothèses ont été formulées. D'après l'une, l'olivine d'un certain magma tombant par gravité dans une partie plus profonde de celui-ci s'y accumule sans fondre et conserve sa forme intacte. M. L. BOWEN, défenseur de ce mécanisme<sup>4)</sup>, admet que le maximum de l'olivine *virtuelle* des magmas basaltiques ne dépasse guère 10 % et qu'un magma fondu très périodique de la composition des océanites, ne peut exister.

La seconde hypothèse consiste à supposer qu'une fois arrivés dans une région à température suffisamment élevée les cristaux d'olivine fondent, pour recristalliser plus tard.

Les pences légères et friables, ainsi que les fils capillaires d'obsidienne du 11 janvier présentent un grand intérêt pour cette question ; leur parenté avec l'océanite

<sup>1)</sup> Il est probable que cette association a été réalisée dans d'autres éruptions non datées, et sans doute en 1926 : on trouvera dans mon volume de 1936, l'analyse d'un *basalte* (p. 161, analyse 18) et d'une *océanite* (p. 176, analyse 27) portant cette date, mais le garde-forestier qui a récolté les échantillons n'a pas fourni de renseignements sur leur position relative, aussi n'ai-je pas insisté sur cette question. (Cf. *Le volcan actif*, 1936).

<sup>2)</sup> L'éruption de 1812 a fourni des passages de cet ordre : la composition chimique d'échantillons de collections est fournie par les analyses 17 et 23 de mon volume de 1936, dont les légendes doivent être inversées.

<sup>3)</sup> Comptes rendus, 154, 1912, p. 251.

<sup>4)</sup> *The evolution of the igneous rocks*, 159, 1928, p. 164.

résulte de ce que leur teneur en olivine *virtuelle* est de 28 %, alors qu'ils sont entièrement constitués par du verre, sans trace des gros cristaux de ce minéral caractérisant la lave de l'analyse 6 de même composition. Je ferai remarquer en outre, que dans cette même éruption, l'océanite de l'analyse 4, très vitreuse et boursoufflée, dont la teneur en olivine virtuelle est de 34,6 %, renferme une quantité d'olivine *exprimée* moindre, ce qui implique qu'une partie de l'olivine calculée est restée à l'état potentiel dans le verre.

Il serait important de pouvoir étudier les dernières laves consolidées dans le cratère, après la projection des petites pences, afin de voir si elles ont la même composition chimique et si elles sont aussi dépourvues de cristallinité que ces pences. On ne peut démontrer d'une façon plus nette combien serait nécessaire, dans l'étude de ce volcan, de ne négliger aucune occasion de recueillir tous les produits accompagnant la moindre de ses manifestations.

Enfin, une dernière conclusion doit être tirée de la production de basalte et d'océanite par la même fente, au cours d'une même éruption. Elle apporte une démonstration définitive de l'opinion que j'ai formulée<sup>1)</sup>, dès 1912, sur la théorie de M. Ch. VÉLAIN, d'après laquelle le cratère terminal du volcan de la Fournaise ne fournirait que des basaltes peu ou pas périclithiques, alors que les laves émises par les fissures de basse altitude seraient toujours riches en olivine.

La composition des produits du volcan n'est pas liée à l'altitude de la bouche des éruptions, car la différenciation du magma dont ils proviennent n'est pas un phénomène superficiel.

---

1) *Op. cit.* et *Le volcan actif de l'île de la Réunion*, p. 185.



GUSTAV HANTKE

---

## Das Vulkangebiet zwischen den Seen Ranco und Puyéhue in Süd - Chile

(Mit 3 Tafeln)

---

### Einleitung

Der wenig bewohnte Süden Chiles bietet eine Fülle vulkanischer Erscheinungen, die zum grossen Teil noch sehr wenig erforscht sind. Hierzu zählt auch das Vulkangebiet zwischen den Seen Lago Ranco und Lago Puyéhue, welches durch die Neubildung vulkanischer Kegel in jüngster Zeit von sich reden machte. Es ist ein grosser Verdienst von Herrn M. VOGEL - Santiago, im Februar 1939 eine Forschungsreise in dieses Gebiet zu unternehmen, wodurch unsere Kenntnis desselben bedeutend erweitert wird. Es liegt innerhalb des Departements Rio Bueno in der Provinz Valdivia, zwischen  $40^{\circ}$  und  $41^{\circ}$  s. Br. und etwas westlich vom  $72^{\circ}$  w. L. Unregelmässig verstreut und anscheinend nicht an Spalten gebunden liegen hier über einem untiefen Herd 9 Vulkane und das ausgedehnte Fumarolenfeld Los Azufres. Der Repräsentant der Vulkane ist der 2240 m hohe Puyéhue in Süden der Gruppe, er zeigt noch schwache Tätigkeit ; zwei Vulkane sind in historischer Zeit entstanden : Riñináhue 1907 und de la Cordillera Pelada 1921. Beide förderten Lava und hatte der Pelada-Vulkan 1921 eine gewaltige Explosion, deren Folgeerscheinungen an den Quizapu-Ausbruch im April 1932 erinnern. Folgende kurze Skizzierung des Vulkangebietes basiert auf Herrn VOGELS Reisebericht unter gleichzeitiger Benutzung der wenigen Literatur. Herrn VOGEL - Santiago bin ich für die Überlassung seines Berichtes für diese Studie zu grossem Dank verpflichtet.

Die von Herrn VOGEL untersuchte Gegend lässt sich in 6 Zonen teilen von denen 5 im Februar 1939 zur Untersuchung kamen.

**1. Zone: Der Vulkan Riñináhue und die Kraterseen Pecura und Laguna Negra**

Der Vulkan Riñináhue ist am 9. April 1907 auf einer ebenen Fläche zwischen mehreren niedrigen, südöstlich vom Lago Ranco gelegenen Bergketten entstanden. Er liegt nur 305 m über dem Meeresspiegel und 100 m über dem Flussbett des Rio Nilahue. Am 7. April 1907 wurde der Ausbruch durch Beben angekündigt, am 9. brachen die Gase auf einer bisher jeglicher vulkanischen Tätigkeit entbehrenden Wiesenfläche durch. Es folgte den ersten Explosionen ein die Sonne verdunkelnder drei Tage währende Aschenregen, der am 12. (und später nochmals am 24.) April die Stadt Valdivia erreichte. Durch die Ausbruchstätigkeit wurde dann der Nilahuéfluss abgedämmt; es hatte sich ein Standamm gebildet, der erst zwei Monate später, am 9. Juni, durchbrach. Der obere Flusslauf des Rio Nilahue war zu einem gewaltigen See angewachsen, der 5000 m lang, 500 m breit und 40-50 m tief war. Diese Wassermenge wälzte sich nun am 9. Juni, alles niederreissend und verwüstend, in den 30 km entfernten Rancosee.

Am 5. Februar 1908 beobachtete MÜNNICH (21) den Vulkan, dessen Tätigkeit übrigens ein Jahr angehalten hat. MÜNNICH behauptet einerseits, dass Lava nicht gefördert war, beschreibt aber andererseits die Ausbruchsstelle als ein Haufwerk von glühenden und dampfenden schokoladefarbenen Blöcken von 100 m Höhe und 60 Hektar Ausdehnung, er sah wohl keinen fliessenden Strom, aber den Gipfel eines in schlackige Blöcke zerborstenen Lavapfropfen, welcher in dem Explosivschlot vom April 1907 aufgestiegen war und diesen vollkommen ausgefüllt hatte

---

<sup>1)</sup> Die Ziffern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schluss.

(Auf Java finden sich viele analoge Erscheinungen, z. B. der 1898 entstandene Kénék am Lamongan-Vulkan).

Am 8. Februar 1914 besuchte Carl RIMBACH (4) den Riñináhue und beschreibt einen ejectabedeckten Halbring, dessen Kessel von einer kreisrunden, rot-farbenen Lava-masse von etwa 800 m Durchmesser erfüllt ist, welche nach dem sandigen Ufer des Rio Nilahue hin mit einer steilen, etwa 20-30 m hohen zackengekrönten Wand abfällt (Ostseite), aber nach dem sie bedeutend überragenden Halbring in eine sandige Ebene ausläuft (Westseite). Es handelt sich um einen zähflüssigen Lavapropfen, der seitlich abfloss, soweit das Gelände dies erlaubte. Der Gipfel des Ppropfen war 1914 noch stellenweise heiss und dampfend und zeigte Schwefelabsätze, aber auch Moose hatten sich schon angesiedelt.

M. VOGEL fand den Ppropf im Februar 1939 erloschen. Die Kuppe hatte nach allen Seiten aus ihrem Fuss kurze Lavazungen ausgesandt, besonders am Westrand waren solche Zungen von 30 m Höhe sichtbar (Abb. 1).

Der den Nilahuefluss 1907 abstaufende Damm bestand wohl in der Hauptsache ebenfalls aus einer solchen Lavazunge und Schutt. In ungefähr 80 m Entfernung nach Süden waren im Gelände noch heisse Stellen im Boden vorhanden. Ein mit dem Stab in den Boden gebohrtes Loch von 25 cm Tiefe erwies eine Temperatur von über 60° C. Es war also noch eine latente, unterirdische Tätigkeit vorhanden, wie auch der Geruch von Schwefelgasen aneutete, obgleich eine Dampfemission nicht sichtbar war.

Dem Riñináhue benachbart sind zwei Kraterseen: Laguna Pecura (oder Huaguil der Araukaner) und Laguna Negra, letztere am Nordufer des Rio Nilahue, dem Riñináhue gegenüber. Diesem Krater wurde beim Durchbruch des Standammes am 9. Juni 1907 der Südrand weggerissen, sodass sein Wasser ausfloss. Eine üppige Vegetation bezeichnet heute den ehemals tiefsten Punkt des Sees, da sich hier noch einige Feuchtigkeit ansammelt. Der Kratersee von Pecura hat eine ovale Oberfläche, die Längsachse NW-SO misst ungefähr 180 m, die Querachse SW-NO

125 m. Die Ufer sind ziemlich steil. Beide Kraterseen dürften Maare sein.

**2. Zone: Das Fumarolenfeld Los Azufres  
(Las Azufreras oder Baños de Azufre)**

Die Zone ist ein sehr ausgedehntes Fumarolenfeld an der Quelle des Rio Nilahue. M. VOGEL erreichte sie im Februar 1939 nach 6 Stunden mühsamen Rittes (4 Stunden durch feuchten Urwald und 2 Stunden durch dichtes, bis 4 m hohes Quilagebüsch) bei einer Geländesteigung von 300 auf 1500 m Höhe üb. d. M. Die Zone hat eine Ausdehnung von 20-30 km von S-N, und 15-20 km von O-W, sie wird begrenzt im N von Urwald und Quilagebüsch, im O und S von dem Vulkan Puyéhue und seinen Nebenketten und im W hufeisenförmig von der Cordillera Nevada. Diese ganze Gegend entbehrt seit dem grossen Ausbruch des im NW gelegenen Vulkans Cordillera Pelada (Dez. 1921 - Febr. 1922) fast jeder Vegetation, da der Aschenregen alles vernichtete. Das Erdreich ist hier durchquert von zahlreichen Adern von orangefarbenem bis rötllichbraunem Gestein, dem in grösseren oder kleineren Entfernung Fumarolen entweichen, die oft mit kräftig pfeifendem Ton austreten (Abb. 2).

In einer Ausbuchtung von einigen m Tiefe liessen sich folgende Schichten feststellen (von der Oberfläche nach dem Innern zu):

- 1) eine 50 cm hohe Lage vulkanischer Asche mit hellen Bimssteinlapilli, stammend von Cordillera-Pelada-Ausbruch 1921-1922,
- 2) 1 1/2 m alluvialer Sand,
- 3) 50 cm rotes eisenockerführendes Gestein,
- 4) 2 m grauweisses Gestein mit blaugrünen und gelben (Schwefel ?) Flecken,
- 5) am Grund der Ausbuchtung eine heisse, milchfarbene Wassermasse von 1 1/2 m Tiefe.

An einer anderen Stelle, in einer Höhle von 4-5 m im Quadrat, befand sich am Grund heisses Wasser, aus dessen

Mitte ein 20-30 cm dicker, kräftiger Strahl alle 15 - 20 Sekunden 1 bis  $1\frac{1}{2}$  m emporschoss. Diese geysirartigen Vorgänge finden sich hier noch an anderen Stellen, zum Teil in Miniatur, vor. So traten z. B. in einer Schlucht am Rande einer aus Schneeschmelzwasser gebildeten Wassertrinne innerhalb eines Meters 6-8 dünne Strahlen heißen dampfenden Wassers 20 cm hoch aus.

Die ganze Gegend ist also in ständiger vulkanischer Tätigkeit, die sich durch Fumarolen, Geysire und Ansammlungen heißen, schwefligen Wassers kennzeichnet. Die Ausbeutung der Schwefelablagerungen wird in Erwägung gezogen.

### 3. Zone: Der Vulkan Puyéhue

Der Vulkan Puyéhue wurde von M. VOGEL über die niedrige NW-Flanke erstiegen. Der Kraterrand erreicht hier 2030 m, die Südseite ist aber höher und dürfte die bisher angegebene Höhe von 2240 m haben. Der Puyéhue ist der höchste der hier gelegenen Krater, er ist nicht, wie viele andere, das Produkt einer Eruption, sondern ein durch zahlreiche Ausbrüche aufgeschütteter Stratovulkan, sanft ansteigend (Abb. 3), mit nicht tiefem, schneegefülltem Krater (Abb. 4) und ungleich hohem Kraterrand. Die jung-eruptiven Gesteine des Puyéhue sind Augit-Hypersthen-Andesite. An seinen Südfuss liegen die heißen Quellen Termas de Puyéhue.

An der Westseite des Vulkans liegt ein alter Seitenkrater, dessen Westrand bereits zerfallen ist. An den beiderseitigen Vorsprüngen, die noch stehen blieben, waren in den oberen Partien schwache Fumarolen zu sehen, die sich ausserdem durch Geruch bemerkbar machten.

Der Vulkan hat in historischer Zeit keine Ausbrüche mehr gehabt. Die ihm verschiedentlich zugeschriebenen Tätigkeitsäusserungen 1907, 1922 und 1929 fanden an den Vulkanen Riñináhue und Cordillera Pelada statt.

#### 4. Zone: Die Vulkane Mencheca, Caulle Chico und de los Nirres

Ein Höhenzug, welcher sich von Vulkan Puyéhue in östlicher Richtung einige km weit bis zum See Lago Maihue hinzieht, zeigt in seiner Mitte als Kulminationspunkt (1800 m üb. d. M.) einen alten Krater, der nach S und SO hin bereits vollständig abgetragen ist. Auf einigen Karten führt er den Namen Mencheca. Auf seiner Nord- und Westseite findet man rotfarbene Schlacken und schwarze oder dunkelbraune Lavabrocken, ähnlich denen vom Vulkan Puyéhue.

Am Beginn des Höhenzuges, etwas nordöstlich vom Puyéhue liegt ein Vorberg, dessen Gipfel tassenförmig ausgebuchtet ist und jedenfalls einem ehemaligen Explosions-Krater entspricht. Es ist der Caullo Chico, seine Höhe dürfte mit 1450 m üb. d. M. zu bewerten sein (Abb. 5).

Von dem Höhenzug des Mencheca getrennt, einen etwas niedrigeren Parallelzug nordwärts bildend, läuft im Gegensatz zu dem hohen vegetationslosen Mencheca, ein stark bewaldeter Rücken, auf dem aus der Höhe, sowohl von Puyéhue wie von Mencheca aus, ein deutlicher, muldenförmiger Krater sichtbar war. Seine Tätigkeit muss sehr lange zurückliegen, da der ganze Berg mit dichter Vegetation von hohen Bäumen (Nirres genannt) bewachsen war, M. VOGEL nannte ihn deshalb Vulkan de los Nirres. Sein Durchmesser mag 250-300 m betragen. Es liegt im SSO von See Huishue, der sich auf einer mindestens 300 m höheren Terrasse als der See Maihue befindet: Höhe des Kraters üb. d. M. etwa 1300 m.

#### 5. Zone: Der Caulle Grande

Der auf den Karten südlich, in Wirklichkeit aber südwestlich von Puyéhue gelegene, mit dem Namen Caulle Grande oder einfach Caulle bezeichnete Vulkanberg stellt eine verwitterte Vulkanruine dar (Abb. 6). Seine NO Seite

bildet den höchsten Teil der weitläufigen Kraterumrandung (1600 m), die NW Seite ist bereits ziemlich abgeschürft, bedeutend erodiert sind die S-und W-Seite. Die dem Caulle zugeschriebenen Ausbrüche 1893 und 1922 haben hier wohl nicht stattgefunden. Der Caulle hat den Charakter eines Fussvulkans des Puyéhue.

**6. Zone : Der Vulkan de la Cordillera Pelada  
(oder del Pedregal) und seine Ausbrüche**

Dieser Vulkan, der seine Entstehung durch eine Reihe schwerer Ausbrüche vom Dezember 1921 bis Februar 1922 kundgab und seitdem weitere Eruptionen hatte, ist leider nicht durch M. VOGEL 1939 zur Besichtigung gekommen, obgleich er nur wenige km von dem Los Azufres entfernt ist. Man hätte ihn bei grösserer Zeitverfügung von Los Azufres aus erreichen können, aber der Saumpfad von der Cordillera Pelada nach dem Lago Ranco ist in letzter Zeit unpassierbar geworden und daher eine Durchquerung nur mit Spezialführern und ohne Lasttiere ausführbar. Dagegen liessen sich die durch die grossen Aschenmassen von 1921/22 angerichteten Verwüstungen in den Zonen 2, 3, 4 und 5 feststellen, Gegenden, die völlig unbewohnt sind. In Zone 2 (Los Azufres) sind diese Ablagerungen trotz 17 Jahre Erosion u. s. w. noch 50 cm hoch.

Ausbrüche von dieser Vulkanregion sind mit Sicherheit aus den Jahren 1893, 1907, 1908, 1921, 1922, 1929 und 1934 berichtet worden, die tätigen Essen waren (ausser 1893) Riñináhue und Cordillera Pelada.

1893 nennt MARTIN (1) einen Ausbruch des Caulle, den er irrtümlicherweise an den NW-Fuss des Osorno verlegt. Welcher Krater damals wirklich tätig war, wird nicht mehr festzustellen sein. M. VOGEL nennt den Caulle jedenfalls eine Vulkanruine.

1907 / 1908 Entstehung und Tätigkeit des Lavapropfen Riñináhue (s. oben) (2, 4, 8). Dieser Ausbruch wurde oft fälschlich dem Puyéhue zugeschrieben, was bereits SAPPER (8) korrigierte.

1921, an 13. Dezember kräftige Explosion in der Cordillera Pelada, die Tätigkeit erreichte nach KRUMM (3) paroxysmale Ausmasse. Asche und Bimssteinbrocken wurden unter Beben und Getöse in grosser Quantität ausgeworfen und infolge der herrschenden Windrichtung nur nach Osten verfrachtet; weitere Explosionen bis 19. Dezember. In den Los Azufres war die Aschenablagerung noch 1939 50 cm hoch; Spuren von Aschenfall wurden 1921 bis La Plata (3000 km nach NO) festgestellt. 62000 m hoch flogen die feinsten Aschenteilchen und riefen Dämmerungserscheinungen hervor. Tatsächlich beobachtete man im Januar 1922 helle Streifen am Himmel. Im Juni 1922 hatten dieselben mit 20 m Sekundengeschwindigkeit den Planeten einmal umkreist. Am 20. und 21. Juni trieben sie als leuchtende Nachtwolken in 62000 m Höhe mit einer Sekunden geschwindigkeit von 9,2 m von W nach O.

In der Cordillera Pelada war in 1500 m Höhe üb. d. M. ein neuer Krater von 50 m Erhebung entstanden, dessen Aschenausbrüche die Vegetation in weitem Umkreis versengt hatte. Wie 1907 / 08 an Riñináhue, so endete auch hier die Tätigkeit mit Lavaförderung, die Lava floss in 2 Strömen nach O und N ab, Nachschübe bis Februar 1922.

STONE (5) berichtet aus dem Jahr 1922 (Monat nicht angegeben) von einem Ausbruch des «Cerro Cauye am Puyéhue» dessen Bimssteinregen die Seen Lago Puyéhue und Lago Todos los Santos eindeckte, also diesmal etwa 70 km nach Süden reichte. Auch hier darf es sich um einen Ausbruch des Pelada-Vulkans handeln. STONE nennt die Bimssteine von 1922 basaltisch, während KRUMM von Andesiten spricht. Leider ist der Vulkan seitdem nicht mehr besucht worden; seine Tätigkeit hat angehalten:

1929, 7 Januar Aschenausbruch des «Puyéhue» (6).

1934, Anfang März mehrere Tage lang Feuergarben. Ausbrüche eines Kraters nahe dem Cerro Caulle unter Beben (7).

Diese beiden Beobachtungen wurden aus über 50 km Entfernung von W her gemacht. Die Ereignisse wurden auch

nicht sofort nachgeprüft, nach M. VOGEL dürften sie nur dem Vulkan de la Cordillera Pelada zuzuschreiben sein.

(Im Juni 1938 ist der in dieser Region gelegene See Señoret « über Nacht » verschwunden. Die Ursache dieses Ereignisses ist bisher nicht ermittelt worden).

Die Ausbrüche der Region 1893 (?), 1907 und 1929 fallen genau mit Tätigkeitsperioden des weiter im Süden gelegenen Calbuco zusammen, der seinerseits wieder gleichzeitige Tätigkeitserscheinungen mit dem Vulkan Huequen zeigt.

#### Literaturnachweis .

- (1) MARTIN K. — Revista Chilena, V, 1893, p. 249.
- (2) MÜNNICH G. — *Excursión de la region volcanica de Valdivia*. Valparaiso 1908.
- (3) KRUMM F. — *Topographische und geologische Nachrichten über die Gegend östlich des Ranco Sees in Süd - Chile, im besonderen über den jüngsten Vulkanausbruch « Los Azufres »*. Geologische Rundschau, XIV, 1923, p. 146-150.
- (4) RIMBACH C. — *Kurze Mitteilung über einige chilenische Vulkane*. Zeitschrift für Vulkanologie, XIII, 1930, p. 102-109.
- (5) STONE B. — *The Volcanoes of Southern Chile*. Zeitschrift für Vulkanologie, XVI, 1935, p. 81-97.
- (6) *Nachrichtendienst über vulkanische Ereignisse 1929*. Zeitschrift für Vulkanologie, XII, 1929, p. 57.
- (7) *Nachrichtendienst über vulkanische Ereignisse 1934*. Zeitschrift für Vulkanologie, XVI, 1935, p. 128.
- (8) SAPPER C. — *Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche*, Strassburg 1917, p. 293.

Einen ausführlichen Reisebericht wird Herr VOGEL in einer chilenischen Zeitschrift veröffentlichen.



GUSTAV HANTKE — *Das Vulkangebiet zwischen den Seen Ranco und Puyéhue in Süd-Chile.*



Abb. 1. — Stromzunge an der Westseite des Riñináhue-Pfropfen.

(phot. VOGEL Febr. 1939)



Abb. 2. — Teil des Fumarolenfeldes Los Azufres. Oberflächlich Aschenlage des Pelada-Ausbruches 1921-1922.

(phot. VOGEL Febr. 1939)



GUSTAV HANTKE — *Das Vulkangebiet zwischen den Seen Ranco und Puyéhue in Süd-Chile.*



Abb. 3. — Der Vulkan Puyéhue mit seinem westlichen Seitenkrater. Vorn Bimssteinlapilli vom Pelada - Ausbruch 1921-1922.

(phot. VOGEL Febr. 1939)



Abb. 4. — Die südliche Innenseite des Puyéhue-Kraterrandes. Hinter der Scharte ist in der Ferne der Vulkan Osorno sichtbar.

(phot. VOGEL Febr. 1939)



GUSTAV HANTKE — *Das Vulkangebiet zwischen den Seen Ranco und Puyéhue in Süd-Chile*



Abb. 5. — Der Mencheca (mit Schneeflecken), im Vordergrund der Caulle Chico.

(phot. VOGEL Febr. 1939)



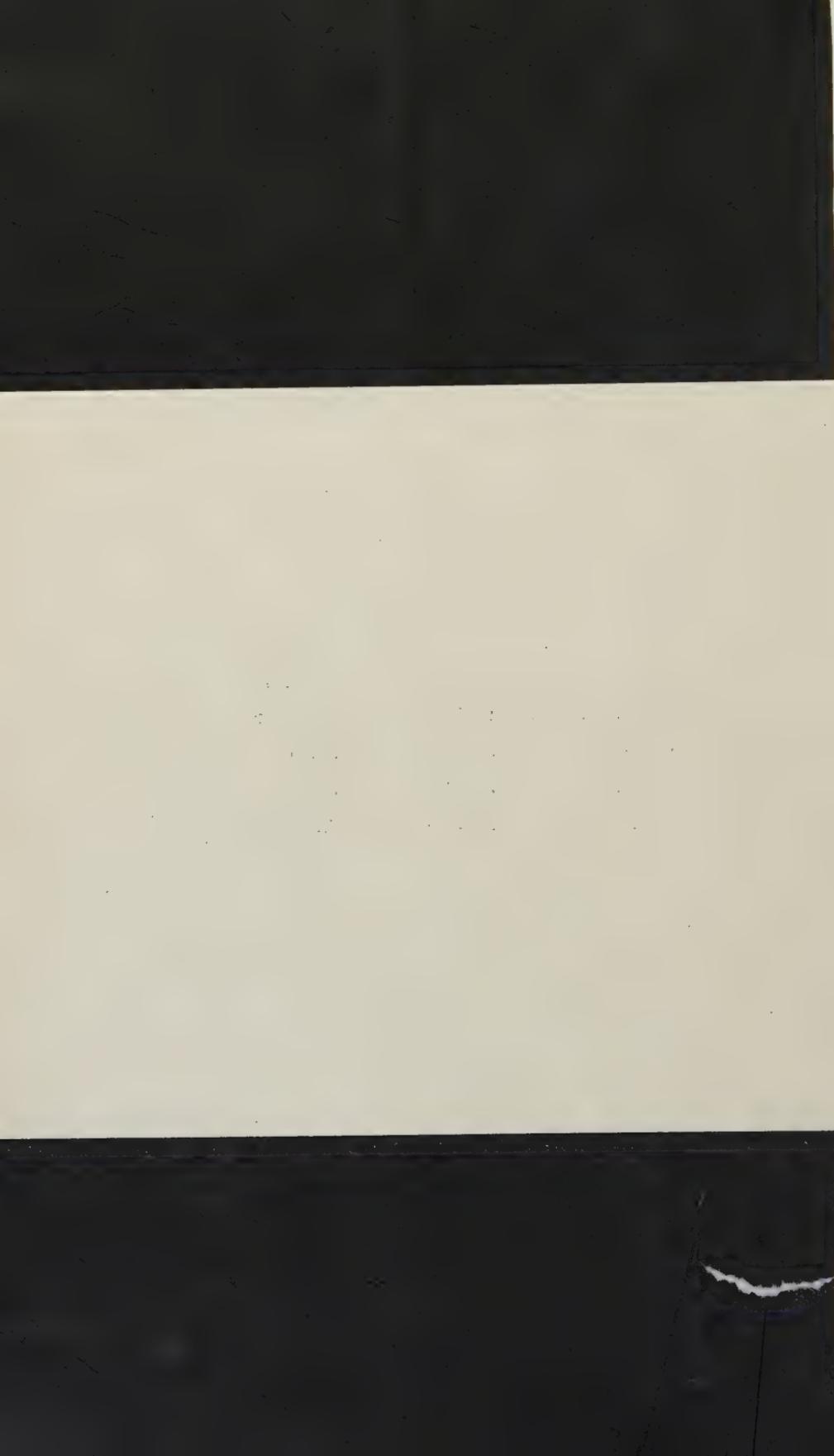
Abb. 6. — Der Caulle Grande. Vorn Schneerinnen, die sich von der SW-Flanke des Puyéhue herabziehen.

(phot. VOGEL Febr. 1939)



## ERRATA-CORRIGE

		Errori	Correzioni
Pag.	138	riga 1	1:50000
"	"	"	sopprimere
"	"	8	1:2000
Tav.	III		1:2000
"	IV		1:2600
			1:2600



DR. LUDOVICO SICARDI

## Il recente ciclo dell' attività fumarolica dell' isola di Vulcano

(Con 10 tavole)

### SOMMARIO

I. — L'isola di Vulcano . . . . .	<i>pag.</i>	86
II. — Le zone fumaroliche minori . . . . .	"	90
Le Fumarole dei Faraglioni di Levante . . . . .	"	90
Le Fumarole di Lentia . . . . .	"	97
III. — Le Fumarole della Fossa. . . . .	"	98
Il Cratere della Fossa . . . . .	"	98
Cronologia delle formazioni fumaroliche e delle variazioni termiche . . . . .	"	100
Aspetti dell'attività solfatarica . . . . .	"	109
Le emissioni di solfo liquido . . . . .	"	111
IV. — Alcune osservazioni sulle caratteristiche dell' esala- zione dell' isola di Vulcano . . . . .	"	114
Della classificazione delle fumarole e dell'origine di alcuni gas della esalazione . . . . .	"	114
Delle proprietà radioattive dei gas fumarolici. . . . .	"	124
Del vapor acqueo contenuto nell' esalazione. . . . .	"	127
Conclusioni . . . . .	"	129
Bibliografia . . . . .	"	131
Tabelle . . . . .	"	133
Indice delle Tavole. . . . .	"	138
Tavole da 1 a 10.		

Dopo l'intenso periodo eruttivo 1888-1890 le manifestazioni di attività dell' isola di Vulcano si ridussero a forme solfatariche che si andarono accentuando nel 1910; questa data segna anche una ripresa delle ricerche su Vulcano dove dal 1921 al 1923 passai quattordici mesi suddivisi in due diversi periodi: il primo, per uno scopo strettamente professionale essendo stato chiamato dalle

« Industrie Minerarie dell' Isola di Vulcano » a svolgere un ampio lavoro analitico sui materiali locali, il secondo invece ospite (sempre molto riconoscente) del Cav. Mario PIACENZA di Torino, animatore delle I. M., caratterizzato da ricerche di puro interesse vulcanologico e di mia esclusiva iniziativa.

I dati da me raccolti rimasero inediti finchè nel '37 ebbi occasione di ritornare a Vulcano (13). Fu quest'ultima escursione, mostrandosi palese l'affievolirsi dell'intensità dei fenomeni fumarolici, a farmi richiamare il precedente lavoro riferibile quasi all'epoca della massima attività solfatarica raggiunta dopo il 1910. Ho pensato perciò di fare cosa utile con il portare a conoscenza degli studiosi i risultati delle mie ricerche inserendole tra le altre condotte a Vulcano nel periodo 1910-1937 e che nel loro complesso costituiscono un assieme di cifre e di note molto significativo ed un evidente commento per un interessante intervallo della vita vulcanica della nostra isola, forse corrispondente ad un ampio accenno delle tensioni interne.

Per quanto le pagine seguenti si vogliono riferire più particolarmente al periodo anzidetto, ho trovato conveniente far precedere una breve descrizione dell'isola sufficiente a presentarne le caratteristiche più salienti, appoggiandomi agli studi geologici e morfologici, ampi ed illustrativi che ne ha fatto il DE FIORE e con acuto senso di indagine. Aspetti ed attività del passato sono stati ampiamente discussi sulle fonti dallo stesso A., al quale trovo utile riferirmi.

### I. — L'isola di Vulcano

Secondo il MERCALLI (1) ed il DE FIORE (2) nell'isola si possono riconoscere quattro formazioni cronologicamente e morfologicamente ben distinte (v. tav. I).

La parte più antica sarebbe costituita da quella massa rocciosa detta di « *Lentia* » che si distacca a settentrione di M. Saraceno, allungandosi ancora in direzione nord accosto al M. della Fossa. Questo residuo della prima formazione, unitamente alle pendici settentrionali del Piano

(seconda formazione) cinge il Gran Cono (terza formazione) proprio come il Somma abbraccia il Vesuvio. Isolata a nord è la quarta formazione di Vulcanello. Il Gran Cono di Vulcano si è costruito quindi nell'area di sprofondamento di quel complesso vulcanico di cui la barriera lavica di Lentia è l'unico avanzo, molto scarso anzi per tentare una ricostruzione di questo edifizio vulcanico.

Il secondo apparato eruttivo o cratere del « *Piano* » è una formazione poligenetica molto complessa risultante di più centri i quali avrebbero agito contemporaneamente o successivamente. Quando si compì lo sprofondamento della formazione di Lentia, la regione del Piano non solo era costituita ma entrata già nel declinare definitivo della sua attività : secondo il DE FIORE dopo lo sprofondamento su ricordato (il quale interessò parzialmente pure le pendici settentrionali del Piano) solamente il cratere di M. Saraceno (il più recente del complesso dei crateri del Piano) rimase ma per poco ancora attivo. Oggi chi percorre la valletta girante attorno al Gran Cono, può osservare le pareti interne quasi verticali tagliate dallo sprofondamento e contro le quali dovette battere il mare eolico finchè non sorse poco alla volta il Gran Cono.

Quest'ultimo detto pure *Monte della Fossa* è oggi centro degli interessanti fenomeni solfatarici dell'isola : esso avrebbe in tempi storici assunto gli aspetti attuali, cioè di un cono isolato la cui regolarità è rotta solo a settentrione dai due crateri avventizi della Forgia Vecchia (tav. VI, fig. I) spalancati uno sopra l'altro. Il DE FIORE riconosce più recente l' inferiore e pone la formazione del superiore a dopo il 1739 poichè l'apertura di questa bocca ha asportato parte della colata lavica delle Pietre Cotte che, secondo lo stesso autore, risale a quell'anno. Nonostante la sua regolarità il cono rivela due diversi edifici riconoscibili attraverso le corrispondenti formazioni crateriche ben identificabili sull'alto del Monte, potentemente slabbrato nel succedersi delle varie manifestazioni eruttive.

Del tutto storica è invece la formazione settentrionale dell'isola (tav. X, fig. 10). « *Vulcanello* » infatti mancava

avanti il III sec., prima di Cr.; il mare entrava tra la punta nord estrema di Lentia e gli attuali Faraglioni di Levante in una insenatura insaccata verso sud formante il cosiddetto Porto Punico frequente ancoraggio della squadra navale romana. Una serie di eruzioni sottomarine iniziatesi pare nel 183 av. Cr. e completatesi nel 126 della stessa era, portò alla formazione di un basamento lavico quasi circolare con due coni craterici: il terzo cratere più occidentale è di origine posteriore. L'edifizio vulcanico si accrebbe successivamente con altre colate e continuò a sorgere isolato tra l'isola di Lipari e quella di Vulcano alla quale finì poi per unirsi. Vulcanello conservò fino al secolo passato una discreta attività fumarolica di cui rintracciai nel '22 debolissimi segni costituiti da una lieve esalazione idrocarbonica a 24° nel cratere dell'ultima formazione.

Si è accennato poco prima ai Faraglioni di Levante (tav. VI, fig. 2): si tratta di un piccolo rilievo alto alcune decine di metri, fortemente corroso dai fenomeni fumarolici, ultimo avanzo di un edifizio vulcanico precedente forse la formazione dello stesso Gran Cono.

Uno sguardo alla carta dell'isola sulle diverse formazioni precedentemente tratteggiate rivela l'importanza che la direttrice N-S ha nello spostamento dei centri di attività. Ricostruita idealmente l'antica formazione di Lentia all'incirca sull'area della parte mediana dell'isola si ha prima uno spostamento verso Sud (Cratere del Piano), poi un movimento verso Nord dopo lo sprofondamento della formazione di Lentia e su questa stessa area, con tendenza ad un ampliamento ancor più settentrionale (Vulcanello).

Si è detto che M. Saraceno è l'ultimo cratere attivo del Piano: orbene è stato notato dal MALLADRA (6) e da DE FIORE (2) che quest'ultimo forma con la Fossa e con Vulcanello un unico allineamento sul cui ramo settentriionale, rispetto alla Fossa, si sono sviluppate le formazioni più recenti: gli stessi fenomeni fumarolici più importanti sono localizzati nel settore Nord del Cratere della Fossa, sul cui fianco nord sono pure i due crateri avventizi della Forgia Vecchia; il rilievo dei Faraglioni di Levante con

tutte le manifestazioni fumaroliche subaeree e sottomarine si sviluppa a Nord della Fossa.

L'allineamento nord-sud attraverso la Fossa è riconosciuto come una caratteristica dell'apparato eruttivo dell'isola che manifesta la sua funzione non solo nell'avvicendamento delle maggiori manifestazioni ma con una persistenza veramente singolare anche in fasi di minore ampiezza come quella di cui è oggetto il presente studio. Siamo perciò in presenza di una frattura le cui manifestazioni fenomeniche superficiali rivelano non solo un evidente legame locale profondo e non occasionale ma pure una spiccata tendenza della causa ad agire soprattutto in un determinato senso.

Il MALLADRA (6) considera l'allineamento nord-sud come la diagonale di un esagono regolare centrato sul cratere della Fossa sede delle più importanti manifestazioni fumaroliche: le altre diagonali vanno a tagliare le zone termali della spiaggia di Praja Longa, di Capo Grillo, di Punta Luccia, della Schicciola. Il MALLADRA ritrova così nell'apparato eruttivo dell'Isola di Vulcano un sistema di fratture radiali « a tipo esagonale ».

In questo lavoro sono descritte e studiate le formazioni fumaroliche le quali nel periodo 1910-1937 hanno avuto una funzione effettivamente preponderante sulle manifestazioni termali che però non credo siano rimaste insensibili a quel massimo delle tensioni interne che si è verificato verso il '24: sulla spiaggia di Praja Longa dove il DE FIORE riscontrò temperature da 34° a 40° sia nel 1916 che nel 1924, nel maggio 1922 io trovai invece valori da 50° a 54°; devo rammaricare di non aver visitato le altre plaghe che stando alle cifre riportate da DE FIORE possedettero in quelle epoche valori termici eguali od inferiori ai precedenti.

Riporto intanto le caratteristiche delle tre zone di esalazione fumarolica quali erano nel 1923 cioè pressoché all'apice dell'attività solfatarica attraversata da Vulcano (v. tav. II):

1.<sup>o</sup> Zona di Lentia: debole esalazione idrocarbonica a 100°.

2.<sup>o</sup> Zona dei Faraglioni o del Porto di Levante: mediocre esalazione idro-solfidrico-carbonica a 100°.

3.<sup>o</sup> Zona della Fossa: forte esalazione idro-solfidrico-solfuroso-carbonica ad alta temperatura con pochissimo acido cloridrico.

Comune alle tre zone è l'emissione di tracce di acido fluoridrico.

Dopo le manifestazioni eruttive del triennio 1888-1890 rimasero (1) solo alcune fumarole nell'interno del cratere ed un'altra serie, già preesistente all'eruzione, si mantenne sotto l'orlo del cosiddetto Piano delle Fumarole (tav. VI, fig. 1) a temp. massima di 100°. Nelle zone periferiche oltre le manifestazioni termali nelle località ricordate sono citate più in special modo le fumarole dell'Acqua Calda sulla spiaggia a settentrione del Faraglione Piccolo sul Porto di Levante (tav. VII, fig. 3). Successivamente al 1910 si iniziò l'incremento della attività fumarolica, particolarmente nella zona craterica dove nel 1924 si toccano i 615° (8) e si raggiunge o si sta per raggiungere l'apice di questa manifestazione compiutasi attraverso aumenti di termicità e parallela estensione della distribuzione fumarolica. A lato di questo sviluppo si formavano nuove fumarole nella Zona dei Faraglioni di Levante: si nota questo incremento nel 1913 (2) e nel '21 si raggiunge la massima diffusione. Nella zona di Lentia, la minore, le fumarole sono state le ultime a comparire (1915) laddove nulla fin'allora esisteva, e nella fase generale di decrescenza sono scomparse per le prime giacchè nel '30 non vengono più segnalate (12) mentre ancora nel 1937 (13) ai Faraglioni si conserva una discreta distribuzione fumarolica.

## II. — Le zone fumaroliche minori

### Lé fumarole dei Faraglioni di Levante

L'aspetto topografico della zona fumarolica dei Faraglioni di Levante, nel 1923, è stato da me abbozzato nello schizzo disegnato nella tav. III in base ai miei diretti ri-

levamenti : alle curve di livello equidistanti di 5 metri è stata aggiunta l'isoipsa due per dare maggiore risalto al rilievo rispetto alla parte piana (v. tav. VI, fig. 2).

I due Faraglioni sono legati da una più bassa sella allungata per un'ottantina di metri tra frane e cunicoli, sprofondamenti di grotte delle quali quella del Faraglione Grande è l'unica ancora rimasta ; nel 1923 vi era sotto il Faraglione Piccolo la Grotta dell'Allume, ricchissima di efflorescenze e solfati multicolori dove dalla volta stillava un'acqua che in alcuni punti ho trovato che arrivava a contenere fino a 14 gr./litro di acido solforico. Questa grotta crollò nel 1925.

Scorrendo gli interessanti stralci bibliografici riportati dal DE FIORE nel suo volume su Vulcano (2), il primo accenno di un'attività fumarolica sottomarina nei pressi del Faraglioni è contenuto in una relazione del francese D'ORVILLE nel 1727. Da quell'epoca tutti i visitatori dell'isola non mancano di menzionare questa plaga. Il DE LUC nel 1757 riferisce che presso il mare la spiaggia fumava. DOLOMIEU nel 1787 parla di una grotta nei Faraglioni aperta a W con al fondo una pozza d'acqua a 53° attraverso la quale gorgogliavano gas tra cui l'idrogeno solforato ; fumarole erano disseminate anche attorno ai Faraglioni, nè mancavano le manifestazioni sottomarine. La grotta che il DE FIORE ritiene essere quella dell'« Allume » nella quale i franamenti con il tempo nascosero il laghetto, è ricordata ancora da TROVATINI nel 1785 ( $t^{\circ} = 56^{\circ}$  ed esalazione solfidrica), nel 1787 dallo SPALLANZANI il quale aggiunge non arrivare l'acqua agli 80° e parergli esserne il livello a pari di quello del vicino mare. Nel 1810 la stessa Grotta dal FERRARA è chiamata « Grotta del Bagno » e dallo stesso si fa menzione anche dell'« Acqua Calda » uscente dalla spiaggia. ABICI nel 1836 parla di sorgenti sottomarine tra i Faraglioni ed il piede del Monte della Fossa (Punta Lucchia). A metà circa dell'ottocento l'Acqua Calda è riconosciuta solfidrica e a 94° (CALCARA e PESTANDREA) e nel 1856 S. C. DEVILLE ne parla come di un bacino circolare di qualche metro di diametro con l'acqua a 82°-84° da cui si svi-

luppavano numerose bolle di gas ; gas si svolgeva in mare presso la spiaggia ed entro terra a 200 metri ad ovest dell'Acqua Calda in un bacino d'acqua a 25°. Queste note sono confermate da FOUQUÉ nel 1865 Nel 1889 il MERCALLI dà all'Acqua Calda 95° ed accenna alle fumarole sottomarine. Nulla di più è segnalato fino all'incremento subito negli ultimi decenni.

In complesso nei sec. XVIII e XIX pare che le manifestazioni fumaroliche dei Faraglioni si siano mantenute su di una certa costanza ; fumarole sottomarine e presso la spiaggia, fumarole interne nel sottosuolo messe a giorno dagli scavi delle grotte fatti probabilmente per creare ampie superfici di affioramento alle efflorescenze dei solfati di alluminio ricuperati a scopo industriale. Bisogna arrivare al 1916 per trovare un deciso ampliamento della fumarolizzazione specie a nord dei Faraglioni, allargatasi quindi sempre più fino al 1921 senza quasi lasciar traccia del verde giuncheto della casa CONTI-FAVALORO né degli oleandri e delle agavi fiancheggianti il viale casa-mare ora ridotto ad un nudo e sterile viottolo.

Nella tav. III la punteggiatura indica la frequenza delle fumarole quale notai dal 1921 al 1923 : nel '37 ho dovuto riscontrare (13) un decremento sensibilissimo per frequenza dei getti gassosi e ricchezza dell'esalazione in acido solfidrico ma le linee essenziali della distribuzione fumarolica erano le stesse. Mi soffermo a descrivere più particolarmente gli aspetti raggiunti nel 1923.

Nella tav. III l'esalazione idro - solfidrico - carbonica a 97°-100° è limitata dalla curva A; la fascia minore AB contiene i valori termici di 97°-30° ; oltre la linea B e fino alla C si ha solo qualche debole esalazione idro-carbonica sotto i 30°.

Le prime fumarole si hanno al Porte di Levante (tav. III, a) a 80° a bassa marea ; poi quelle della Sella (b) a 99°. Si scende quindi sulla piana e si trova il nucleo S (tav. VI, fig. 2) appena la brevissima parete nord della sella cede al più dole declivio. Qui più frequenti sono i getti fumarolici ed i gas escono sibilando attraverso co-

netti alti pochi centimetri costruiti dal successivo depositarsi di cristalli aghiformi di solfo impastati con prodotti di alterazione; questi conetti veramente singolari, resistenti alla base, più fragili sull'orlo, si elevano all'incrocio delle numerose esilissime fratture che rigano la sottile crosta silico-gessosa ricoprente il terreno. Queste fumarole hanno una temperatura di 100°: a due metri di profondità ho trovato 102°.

Le fumarole si fanno quindi più rade finchè si incontra il nucleo N dove la maggior parte dei gas gorgoglia in numerose pozanghere fangose che formano un vero stagno. Il gas esce dal fondo a 100°, scuote il liquido melmoso il quale conserva a seconda dell'ampiezza e profondità della fossetta una temperatura tra i 70° e i 90°. In corrispondenza di questo nucleo, per il cedimento dello strato superficiale del terreno, affiora la falda acquifera dell'isola rilevata altrove da numerosi pozzi sparsi sull'istmo. Quando nei periodi invernali il livello della falda è più alto, maggiore è la distesa acquitrinosa ma con il cessare delle piogge rimangono visibili solo i pozetti più profondi: i gas fumarolici possono svilupparsi più liberamente, spruzzando il fango a maggiori altezze. In qualche parte l'orifizio di emissione rimane all'asciutto per cui si formano dei piccoli conetti fangosi attraverso i quali i gas sibilano più o meno fortemente. Tutto ciò può dare la falsa sensazione di una variazione di attività. Un effetto analogo ma ridotto viene provocato dal fatto che il livello dell'affioramento risente dell'azione di marea: ho potuto controllare, con tre giorni interi di osservazioni, che l'ampiezza di oscillazioni del livello delle pozanghere si aggira sul 10-15 % di quella marina.

Le fumarole più settentrionali di questo nucleo si portano a 70°-80° e più oltre vi è solo qualche lento gorgoglio a 26°-28° che non sconvolge neppure il fondo limaccioso e bianco di zolfo.

Dopo queste manifestazioni riprende la vegetazione a giunchi e solo più a nord vi sono le fumarole del Porticello (tav. VII, fig. 3) a 100° e più a settentrione ancora

(limite B della tavola III) un gas poverissimo in idrogeno solforato a 37°-40°. Ritornando indietro rimane da ritrovare le fumarole dell' « Acqua Calda » (tav. VII) a nord del Faraglione Piccolo e sulla spiaggia, dove durante i periodi di bassa marea si assiste sovente alla formazione di un conetto fangoso del diametro anche di mezzo metro nel cui interno il gas a 99°-100° erompe proiettando tutt'attorno sabbia fangosa (tav. VII, fig. 4); trovandosi la costruzione tra i due livelli di marea la sua esistenza è del tutto effimera e quando la fumarola è ricoperta dall'acqua del mare si rivela appena con un leggero gorgogliamento, del tutto simile agli innumerevoli che si scorgono nelle vicinanze della spiaggia sulla superficie marina.

Tanto all' « Acqua Calda » che al « Porticello » si notano durante la bassa marea dei rivoletti di acqua calda sgorganti tra mezzo strati di tufi e discendenti in mare. Questa acqua è clorurata ed ha tutte le caratteristiche di acqua marina diluita. La natura e l'origine di queste cosiddette sorgenti termali non sono state ancora sufficientemente studiate: per me ritengo trattarsi dell'acqua della locale falda acquifera che viene ad affiorare nella plaga dei Faraglioni e che risente, come si è detto, dell'azione di marea: durante l'alta marea si può benissimo verificare una clorurazione per infiltrazione di acqua marina; il defluire si verifica naturalmente durante il periodo di bassa. La cosa è però da precisare con più sicuri dati specialmente chimici.

Parallelamente poi alla spiaggia ed attorno ai Faraglioni sono visibilissime larghe fasce di fumarolizzazione sottomarina: in tempo di bonaccia si scorgono sul fondo, meglio dall'alto dei Faraglioni, i bianchi depositi di zolfo colloidale osservando l'aprirsi di numerose bolle di gas sulla superficie marina. Per certo i fenomeni solfatarici sottomarini sono i più antichi della zona giacchè di essi si fa principalmente cenno in passato; in conseguenza, per il MALLADRA (6) anche il locale centro di attività sembra da porsi in mare e nella parte meridionale del Porto di Levante dove sarebbe esistita una antica bocca distrutta

poi da un'eruzione sottomarina e di cui i Faraglioni sarebbero un avanzo. A parte questa interpretazione è convincente il ritrovare come la descrizione fatta della distribuzione fumarolica della zona verificata sulla carta della tav. III, richiami con molta facilità la tendenza allo sviluppo dei fenomeni vulcanici lungo la linea nord-sud passante per la Fossa. Non solo la zona in questione sta intermedia tra il recente Vulcanello a Nord e la non vecchia Fossa a sud ed anche tra la quiescenza del primo e l'intensa termicità della seconda, ma, cosa singolare, in essa le manifestazioni fumaroliche sono sviluppate ancora lungo la stessa linea nord-sud.

Nel suo complesso mentre io dall'autunno del '21 alla primavera del '22 e nell'inverno-primavera '23 ho osservato superficialmente una temperatura massima di 100° e solo di 102° a due metri di profondità nel nucleo S, il DE FIORE (con pirometro) trova nel 1916 (2) 104° all'Acqua Calda, laddove il PLATANIA (4) nella stessa epoca non trova temperature superiori ai 99°; il MORI (5) ancora alle stesse fumarole trova 103° nel 1918; nell'agosto '21 il MALLADRA (6) lungo la strada casa-mare trova 100°-110° ed in un punto nel fango a 60 cm. di profondità 112°. Parrebbe quindi dover supporre per quelle date delle temporanee eccezionali condizioni di natura particolare che avrebbero portato a far affiorare quei valori termici che presumibilmente esistono nel sottosuolo come è lecito dedurre dalle trivellazioni eseguite da DESSAU nel 1934 (10) ma che è difficile immaginare persistenti superficialmente in una zona acquitrinosa.

Nella tabella 6 sono riportati dei dati analitici raccolti nel marzo-aprile 1923 per il più alto e per il più basso contenuto in idrogeno solforato nei singoli nuclei. Come già aveva constatato il DE FIORE, l'esalazione è affatto priva di ossigeno eccetto nel gruppetto settentrionale dell'istmo dove il contenuto d'aria è stato con il calcolo eliminato giacchè parve ovvio che tale introduzione fosse legata alle condizioni di giacitura. Il contenuto in azoto è scarso e completamente assenti sono i gas idrocarburici

e l' idrogeno, l' acido cloridrico e l' anidride solforosa. Ho potuto qualitativamente riscontrare l' acido fluoridrico per le alterazioni prodotte su frammenti di vetro lasciati soggiornare a lungo nello stesso terriccio presso qualche fumarola. Molto abbondante il vapor acqueo: 160-180 gr. per litro di gas anidro a condizioni normali, pari cioè ad un massimo contenuto del 99,5 %. È stata pure studiata la radioattività dei gas di alcune fumarole del gruppo S misurando intensità di 15-16 unità Mache esclusivamente dovute ad emanazione di radio in base ai dati di disattivazione dell' emanazione stessa e del deposito radioattivo.

La decrescenza dell' attività solfatarica dell' isola colpì anche questa zona: nel 1937 (13) la distribuzione della esalazione era ancora a 99°-100° ma presentava delle variazioni nella composizione dei gas: nella stessa fumarola che nel 1923 mi aveva dato 8,1 di  $H_2S$  trovai 5,7 pur mantenendo il getto gassoso una modesta forza, e tra le pozzanghere, dove sempre nel 1923 avevo avuto 8,4, tale valore, ancor più abbassandosi, s' era portato a 4,7: in quest' ultimo gruppo tra le pozzanghere, il Principe GINORI CONTI (14) ha eseguito nel 1938 un' analisi del gas trovando un tenore in  $H_2S$  del 4,26 %, in perfetto accordo quindi con il valore da me trovato nell' anno precedente.

Un almeno semplice cenno mi resta a fare relativamente alle copiose efflorescenze a solfati di ferro e di alluminio che durante i mesi più secchi vengono lentamente trasudando dal terreno: basta però una leggera pioggia e spesso la sola condensazione notturna per fare più o meno scomparire le variopinte formazioni. Che il ferro e l' alluminio di questi sali derivino dalle stesse rocce ciò non è dubbio come egualmente che il radicale solforico sia in definitiva una trasformazione dell' idrogeno solforato. Ma come esattamente ciò avvenga non è facile a fissare anche se generalmente è ammesso il più semplice meccanismo per cui l' acido solforico, ovunque riscontrabile, intacca la roccia, forma i solfati che trasudano poi all' esterno spinti dalla stessa esalazione la quale favorisce così il movimento ascensionale derivante da azioni di capillarità cui

sono soggette le soluzioni stesse che i sali vanno formando in equilibrio con la temperatura ambiente. Una sicura constatazione che mi è sembrato di poter fare è che i sali di ferro predominano nelle zone più calde cioè più vicine alle fumarole mentre generalmente il solfato di alluminio affiora da solo e purissimo nei terreni periferici meno caldi e più compatti come quindi se fosse questo il primo elemento ad abbandonare la roccia seguito poi dal ferro.

#### Le fumarole di Lentia

Si arriva al nucleo fumarolico di Lentia percorrendo la rettilinea strada che dalle case del Porto di Levante attraversa modeste colture a vigna, e trasformatasi in viottolo, porta dopo 1000 metri alle fumarole situate sotto gli scoscesi dirupi del M. Lentia, al piede di NW del M. della Fossa.

È però interessante strada facendo osservare la temperatura dell'acqua in alcuni pozzi che si trovano su quella direzione (tav. II): Il primo pozzo (FATALORO) a 300 mt. dal nucleo S ed un po' spostato verso NW segnava (giugno 1923) una temperatura di 23°; 100 metri più avanti si trova un altro pozzo con acqua a 23° 4 e proseguendo per altri 200 mt. un terzo (proprietà JACANO) con temp. 26° 2: dopo ancora 400 mt. si arriva alle fumarole. Noto che altri quattro pozzi più a Nord dei precedenti danno temperature di 21°-21° 3. Sarebbe quindi da constatare un crescendo termico da Levante a Ponente: è da attribuirsi ad un effetto di riscaldamento di origine profonda che collegherebbe le due zone fumaroliche o si tratta di calore asportato attorno alla zona di Lentia per certo lambita ad W dalle acque del sottosuolo nel cammino che queste compiono verso l'istmo? La questione che non manca di interesse resta tuttavia insoluta.

Le fumarole di Lentia si manifestano specialmente sul contorno di una colata lavica attribuita verosimilmente alle prime eruzioni del Gran Cono quando questi era con ogni probabilità, simile all'attuale Vulcanello, schema delle

giovani formazioni, come il Piano lo è delle spente ed il grande cerchio di Lentia quello molto chiaro della futura sorte degli edifizi vulcanici anche più complessi.

Secondo il DE FIORE (2) le fumarole di Lentia si sarebbero formate nel 1915. Furono notate nel 1916 da PLATANIA (4); nel '18 il MORI (5) trova 106°, il DE FIORE (2) nel 1921 100° ed il MALLADRA (6) 98°. Nel '21-'23 ha avuto sempre un massimo di 100° con una miscela idrocarbonica senza traccia di composti solforati ed altri gas salvo poco azoto; analogamente erano assenti le solite copiose efflorescenze a solfati salvo qualche minima traccia di solfato di calcio e qualche segno di incipiente alterazione lungo le sottili spaccature della compattissima roccia attraverso le quali il gas usciva con un leggero rumore sibilante che denotava una certa pressione.

Di giorno era difficile vedere i pennacchi fumosi delle fumarole: più facile al mattino presto. L'emissione piuttosto lenta nel suo assieme, era costituita da anidride carbonica ed azoto (2-2,5 %) accompagnati da vapor acqueo (150-200 gr. per litro di gas a condizioni normali). In alcune parti la roccia è cavernosa e da queste aperture sortiva a 50°-70° un gas ricco d'aria: ma il gas genuino di composizione come sopra, si poteva riconoscere dove era possibile raggiungere il vero punto di emissione.

La radioattività oscilla da 158 a 167 unità Mache ed è dovuta ad emanazione di Radio.

Queste fumarole diedero ancora 100° nel 1924 (8) ma nel '30-'32 (12) e nel '37 (13) non mostrano più alcun cenno di attività.

### III. — Le fumarole della Fossa

#### Il Cratere della Fossa

La cima del Gran Cono possiede delle marcate accidentalità dovute a residui di altri anelli craterici per cui l'attuale orlo craterico non è la distinta corona terminale del monte.

La più recente cartografia della Fossa di Vulcano è opera dell' ing. DESSAU (II) che ci ha dato un rilievo ben dettagliato ed al quale rimando avendolo io solo parzialmente utilizzato nelle cartine delle tavole II e IV completeate con i rilievi dell' I. G. M. che costituiscono la tav. I.

L'orlo craterico ha uno sviluppo di circa 1600 metri e passa secondo il DESSAU dalla quota più bassa di 281 (NW) a metri 391 (S-SE) mentre per l' I. G. M. le stesse quote sono di mt. 270 e 386. La forma di questo rilievo risulta dal fatto che il basso orlo dell' attuale cratere a E-SE è tangente e si confonde ad altro più antico dello stesso edifizio, rimasto potentemente slabbrato con un massimo da nord a ovest. Parzialmente tra i due orli ne è risultato un piccolo atrio che appunto da N verso W manca della vecchia parete e costituisce l'antico piano delle Fumarole (quota 242).

Un altro anello craterico è riscontrabile più a ponente ed interseca i due precedenti: esso è il residuo di una formazione più antica. Le particolarità morfologiche e geologiche, i rapporti eruttivi tra i diversi assi vulcanici identificabili nell'edifizio vulcanico della Fossa, sono stati ampiamente descritti e delucidati da DE FIORE (2), la cui opera è ricca di dettagli in proposito.

Il DESSAU segna il fondo craterico a mt. 208 ed una profondità craterica di mt. 73 laddove nel '23 con un barometro olosterico servito da un Fortin come stazione, avevo trovato mt. 202 con una profondità di mt. 70. Il PLATANIA nel 1910 e nel 1916 misura le quote del fondo a 205 e 201 mt. con profondità di 65 e 70 mt.

A parte il forte dislivello dell' orlo , il cratere della Fossa ha due altre particolarità che ne caratterizzano l'aspetto: l' una è data dal dolce declivio della metà superiore della tazza mentre successivamente una più ripida parete porta al fondo ; l' altra sta nella forma di questo ultimo la cui regolarità nella parte di NW è rotta dalla bocca dell' eruzione 1888-1890 centro , secondo DE FIORE, delle attuali formazioni fumaroliche della Fossa (tav. VIII, fig. 5).

Cronologia delle formazioni fumaroliche  
e delle variazioni termiche.

Nel 1913 epoca in cui si notano i primi sintomi di un sensibile risveglio dell'attività fumarolica, il DE FIORE raggruppò le Fumarole della Fossa in nuclei topograficamente e morfologicamente delimitabili contraddistinti con numeri romani ai quali successivamente altri autori si riferirono e che sono riportati nelle tavole II e IV. Le cartine sono integrate dalle mie fotografie riprodotte nelle varie tavole.

Per meglio seguire l'evoluzione termica e morfologica della solfatara di Vulcano ho formato la tabella I dove sono riportate alla data di osservazione le principali misure di temperatura massima e le variazioni topografiche della diffusione dell'esalazione cercando di dare anche a queste ultime il più sicuro riferimento cronologico. Ancora a maggior complemento ho costruito un diagramma (tav. V) dove sopra una sezione nord-sud della Fossa sono segnate le fumarole e riportate in corrispondenza le principali misure termiche eseguite fino al 1937: questo allineamento N-S, come si vedrà, è il più importante ed il più interessante.

Dopo l'eruzione 1888-1890 rimase una discreta attività fumarolica distribuita entro e fuori il cratere ad una temperatura che nel 1898 era di 100°. Nel complesso le notizie sono piuttosto scarse fino al 1913 quando cioè il DE FIORE ci dà la prima relazione sul risveglio dell'attività solfatarica di Vulcano.

Il DE FIORE distingue nella zona craterica sette nuclei raggruppabili, secondo il MALLADRA (6) su due distinti allineamenti sezionanti il cratere attraverso la bocca 1889 in due direzioni perciò quasi diametrali: di questi uno, nord-sud, con 5 nuclei, l'altro SE-NW con gli altri due. Questi allineamenti già interessanti per sè stessi nei limiti della zona craterica, assumono un significato maggiore quando si ricordi che il primo, che possiede le manifestazioni fumaroliche principali, viene non solo a coincidere con la identica direzione lungo la quale si è verificata la

deambulazione dei camini eruttivi dei centri di attività dell'isola, ma trova nella zona fumarolica dei Faraglioni di Levante un suo punto avanzato; quanto al secondo, assai inferiore al precedente nelle caratteristiche fisiche e chimiche dell'esalazione, c'è da rilevare il fatto dell'incontro del suo prolungamento con il secondo dei gruppi fumarolici esterni al Cono cioè quello di Lentia, analogamente inferiore a quello dei Faraglioni.

Nel 1913 l'allineamento nord-sud è formato nell'interno del cratere da un gruppo V di fumarole a 112° assai vigoroso ed esteso orizzontalmente sotto quota 300 lungo la parete sud sullo spacco verticale di una serie di strati di pozzolana di diversi metri di spessore e su di una lunghezza di 150. Sulla parete opposta settentrionale a partire dal fondo in corrispondenza della bocca 1889 (fondo NW) si arriva sull'orlo con un'ampia fumarolizzazione a 110°-112° che il DE FIORE suddivide in tre gruppi (I-II-III) di cui è evidente la reciproca dipendenza: esternamente al cratere infine vi erano esclusivamente a nord le fumarole a 110° del VI gruppo in numero di tre e vicinissime ma che erano seguite da altre meno intense verso ovest fino alla colata delle Pietre Cotte.

Due fatti sono da mettere in evidenza per il momento: l'uniformità di temperatura ed il legame della posizione dei gruppi fumarolici estremi con la forma strutturale della cima dell'edifizio vulcanico. Per il primo non c'è da aggiungere in conseguenza che la constatazione di un equilibrio dell'emissione gassosa attorno al suo centro; per il secondo bisogna riconoscere che nella distribuzione fumarolica ha la sua parte anche la nascosta zona di contatto che l'esterno dell'attuale cono forma con quella interna del precedente. In questa zona di contatto si è fatta strada l'esalazione del V gruppo affiorando in una allungata distribuzione orizzontale interstratificata nel materiale pozziolano dell'ultima formazione; alla stessa maniera a settentrione il gruppo VI si apre con forza immediatamente sul fianco esterno del monte dove cessa la cintura della vecchia formazione e prosegue con minor vigore verso la

colata delle Pietre Cotte orizzontalmente steso come il gruppo quinto.

Il secondo allineamento è quello di SE-NW ed è formato da due gruppi ambedue a  $100^{\circ}$ : il primo interno al cratere sulla parete di SE ancora sotto quota 250 e l'altro VII esterno alla stessa quota del VI del quale pare un proseguimento a ponente della colata delle Pietre Cotte.

Nel 1916 (DE FIORE e PLATANIA) la diffusione delle fumarole è in aumento sempre nell'ambito dei rispettivi gruppi e, cosa più importante, all'uniformità termica del 1913 subentra una più spiccata localizzazione di alte temperature. Sull'allineamento nord-sud il gruppo V scende a  $100^{\circ}$  mentre tra i gruppi I-II-III si formano due grandi fratture che chiamo A e B: la prima è allungata nell'interno del cratere sopra quota 250° con la temperatura massima di  $416^{\circ}$  ed è rappresentata da un assieme di « minute fratture correnti da E ad W e da numerosi spiragli dai quali i gas erano emessi con violenza » (2). La seconda « calcolando i livelli che gli estremi avevano esternamente ed internamente all'orlo craterico, evidentemente spaccava questo come un enorme taglio... Prolungandolo a sud si incontra il centro del cratere, a nord la batteria VI... La frattura era unica e distinta, poco ramificata, aperta per qualche centimetro... La temperatura era di  $350^{\circ}$  » (2). Esternamente il gruppo VI era passato a  $140^{\circ}$ . Accanto a queste notizie è da richiamare che a questa data risale l'ampliamento della fumarolizzazione al Porto di Levante e la formazione del nuovissimo nucleo di Lentia al quale non corrisponde nessun aumento termico nei gruppi dello allineamento NW-SE ma solo un aumento di fumarole tra il gruppo VII e Lentia lungo la stessa pendice del Cono.

Cinque anni dopo visitano l'isola il MALLADRA (agosto del 1921) ed il DE FIORE. Nell'ottobre del '21 sono a Vulcano e vi rimango fino al giugno 1922: durante questa mia permanenza ho eseguito alcune misure di temperatura con termometri graduati fino a  $600^{\circ}$  molto precisi, ma incomodi tanto che mi dovetti limitare alla frattura B. Inoltre le mie salite al cratere furono piuttosto rade im-

pegnato com' ero nei lavori delle I. M. : comunque posso dare delle esatte notizie.

La A, come notò già il DE FIORE nel 1913, è una fittissima rete di lesioni che interessa entro il cratere sopra la quota 250 una striscia di una cinquantina di metri di lunghezza per una quindicina di larghezza. L'esalazione è abbondantissima : il gas emana da tutto il reticolato ma più forti getti sono concentrati dove le fessure si incontrano ; la densa nube s'acomuna con quella della B e secondo il vento turbina nel cratere rendendolo spesso impraticabile.

Il gruppo B ha veramente tutto l'aspetto di una grande frattura che tagli verticalmente l'orlo craterico. Si tratta anche qui di una striscia di terreno percorsa in tutti i sensi da esili fratture, complessivamente per una lunghezza di 66 metri di cui 18 formano il ramo interno. Si inizia da Sud, entro il cratere, con una larghezza di due metri circa che si raddoppia sull'orlo allargandosi sempre più fino a toccarne 8 a 30 metri sotto l'orlo, verso settentrione, dopo di che prende a restringersi fino a 4 metri all'altro estremo. Una caratteristica di questa spaccatura è quella di avere ognuno dei due bordi, di ponente e di levante, segnati da un netto taglio a labbra ben marcate. Ho avuto anzi l'impressione che si trattasse di una coppia di fratture che ha finito per interessare anche il terreno intermedio, fratture ravvicinate agli estremi ed allontanate al centro : quella di levante è spezzata in corrispondenza a questo punto. Questa supposizione mi sembra convalidata dalla stessa descrizione che ne fa il DE FIORE il quale nel 1916 parla di un'unica frattura larga pochi centimetri sicché è da ammetterne all'origine una sola (con ogni probabilità il bordo di ponente dove più alta è la temperatura del gas) con i due rami all'incirca eguali, frattura in seguito allungatasi esternamente non solo ma anche ampliatasi con un secondo ramo all'incirca parallelo e discontinuo. Anche qui l'esalazione sortiva con forza e si condensava in una bianca nube che con quella della A formava un denso pennacchio.

Il gruppo VI è il più periferico sull'allineamento principale della zona craterica : su questo allineamento si tro-

vano a quota 230 due grosse fumarole ad alta temperatura sul dirupo che immediatamente sotto il vecchio Piano delle Fumarole precipita nella sottostante Forgia Vecchia, dove il recinto della precedente formazione craterica della Fossa è rimasto slabbrato. A queste fumarole però altre ne seguono di molto minore intensità verso ponente ma sempre sotto il Piano delle Fumarole seguendo l'orlo superiore del cratere avventizio della Forgia Vecchia, che ne è contornato anche verso il basso. La vetrosa colata del 1739 detta delle Pietre Cotte segna il limite della fumarolizzazione dopo di che questa riprende con quel gruppo VII che assieme al IV segna il secondo e minore allineamento fumarolico della Fossa. Su questo gruppo VII c'è poco da dire trattandosi di fumarole al massimo a 99°, formato da tre allineamenti che crescono di intensità ad est verso ovest ed anche in lunghezza verso il basso; ancora più in basso altre fumarole sono rintracciabili quasi a mantenere una distinta continuità fino al gruppo di Lentia che come s'è detto sta sull'estremo dell'allineamento SE-NW. La foto 1 della tav. VI mostra con chiarezza sia il VI che il VII gruppo.

Nel quadro della tabella 1 sono riportate tutte le misure termiche eseguite nell'intervallo 1913-1922: aggiungo solo che le ultime del settembre 1922 sono state eseguite sulla frattura B dal compianto Prof. ROCCATI il quale trovò, come cortesemente ebbe a comunicarmi personalmente, uno spiccatissimo livellamento termico a 375°-390°.

Si chiude così il primo decennio della ripresa attività solfatarica di Vulcano. Riassumendo si ha in partenza un allineamento fumarolico diametrale della Fossa sulla direzione N-S termicamente uniforme, che nel 1916 spezza tale uniformità con la formazione del nucleo A e della frattura B nella parte settentrionale dell'allineamento sul quale si localizzano anche in seguito le maggiori manifestazioni. I due gruppi A e B negli anni successivi mantengono un crescendo che è esclusivamente termico per A mentre per B c'è pure un incremento termico ma questo è minore e compensato dall'ampliamento in lunghezza e larghezza subito dalla grande frattura. Per il gruppo VI l'aumento di tem-

peratura non è eccessivo, è però continuo. Complessivamente i 110° del 1913 si differenziano in dieci anni su di una serie di temperature decrescenti dal cratere verso la periferia cioè da A (416°) a B (352°) a VI (140°). A questo complesso di manifestazioni è da aggiungere l'allungamento verso il basso tanto del VI che del VII gruppo in corrispondenza del vasto ampliamento della zona fumarolica di Levante e della formazione del gruppo di Lentia.

Nel gennaio 1923 si inizia la mia seconda permanenza a Vulcano dove giunsi con copiosissimo materiale e con il fine esclusivo di compiere studi e ricerche sull'esalazione.

Subito ebbi a constatare nuove e più notevoli variazioni ed ancora unicamente sulla radiale nord del noto allineamento nord-sud determinatosi per uniforme testimonianza locale nel dicembre 1922. La fig. 9 della tav. X (1923) paragonata con la fig. 6 della tav. VIII (1922) presenta le nuove formazioni riportando frontalmente il ramo esterno della B e la nuova vasta fumarolizzazione disegnata quasi ad arco attorno a detto ramo accentuandosi in basso in un gruppetto di fumarole più vive una delle quali, che chiamo C, termicamente assai forte e quasi sul prolungamento nord della B. La foto del '23 è eseguita dalla pendice interna del penultimo recinto della Fossa, già più volte ricordato che con il recente forma una piccola valletta, sul cui fondo si seguono dirette verso il gruppo VI le nuove fumarole.

Non ripeto la descrizione dei vecchi gruppi, rimasti immutati. Le temperature da me misurate sono riportate come le precedenti nella tabella 1. Nell'aprile-maggio esegui diverse serie di determinazioni sul ramo di ponente della frattura B : nel Maggio trovai i seguenti valori seguendo la frattura dall'estremo nord a quello sud :

Estremo nord	210°	a 31 metri	420°
a 1 metro	340°	a 52 »	425°
a 3 metri	390°	a 56 »	385°
a 6 »	430°	Estremo sud	325°
a 24. »	480°		

Il nuovo gruppo C prima del 1922 era rappresentato da alcune poche fumarole insignificanti in una zona di terreno però di forte esalazione diffusa. Al 15 febbraio del 1923 la formazione consisteva in una fumarola C a 214°, ben visibile nella fig. 9 della tav. X in basso a sinistra e che al 7 di giugno si era portata a 240°. La serie completa delle misure eseguite alla C è raccolta nello specchietto seguente con l' indicazione dell' incremento medio giornaliero corrispondente alla prima determinazione : il decremento del ritmo ascensionale è palese :

15 Febbraio	214°		7 Aprile	228°	0°27
20 »	216°	0°40	16 »	233°	0°32
1 Marzo	220°	0°40	1 Maggio	234°	0°26
19 »	222°	0°25	12 »	236°	0°25
20 »	224°	0°30	26 »	238°	0°25
			7 Giugno	240°	0°23

Nelle altre fumarole dello stesso gruppo le temperature oscillano da 99° a 104°. Tutte queste nuove formazioni sono completate da tre lunghe e sottili fratture (a, b, c,) da cui esalava pochissimo gas e che irradiando da B in corrispondenza della cresta craterica si allargavano verso W lungo lo stesso orlo.

Esaminando i valori riportati nel quadro della tabella 1 e riferendoci al Giugno 1923, a quanto è stato detto per il primo decennio si può aggiungere che la A prosegue nel suo lento ma continuo incremento termico, che la B, fermatasi per diversi anni all' incirca alla stessa temperatura per svilupparsi maggiormente in estensione, prende a crescere di temperatura, mentre si viene a formare un nuovo gruppo abbastanza vasto la cui fumarola principale si trova sul prolungamento della direzione di B verso nord e tutto il nucleo manifesta a sua volta un preciso orientamento verso il VI anch'esso in sensibile ripresa termica : in definitiva nuova accentuazione verso nord è chiara interdipendenza dei diversi nuclei.

Le due fumarole principali del gruppo VI possedevano al 15/2 216° e 209°: al 7 giugno tali temperature erano aumentate di 19° e 16°. L'essere tale incremento minore di quello avuto dalla C (26°) è in evidente rapporto con la maggiore eccentricità del VI ma lo stesso ordine dell'incremento rivela lo stretto rapporto intercedente tra C e VI, che superficialmente si manifesta anche con l'allineamento delle molte fumarole che accompagnano la C in direzione di VI, seguendo cioè la direzione della superficie di appoggio dell'attuale cono con quello della formazione precedente: è già stato detto che dove tale formazione è cancellata dal grande slabbramento subito a NW dal vecchio edifizio, quella superficie di appoggio affiora ed appaiono le grosse fumarole del gruppo VI.

In più la fumarolizzazione ad arco, che la foto 9 della tav. X mostra con chiarezza, unita con il fascio delle deboli lesioni indica come la spinta ha trovato da realizzarsi con più tangibili e visibili effetti nel settore B-C-VI già interessato dal lavoro della preesistente esalazione diffusa, segno di una latente azione interna che se prima costituiva già un'indicazione del legame di B con VI nel 1923 si chiarifica e si precisa tale rapporto come passante per C: cioè la direttrice di spinta seguendo B porta ad urtare contro il vecchio recinto craterico (C) e lungo la corrispondente superficie di contatto con il nuovo Cono, trova agevolato il proprio cammino verso l'esterno.

Dopo il 1923 io sono ritornato a Vulcano solo nel '37.

Nel 1924 (ottobre) il DE FIORE (8) dà solo nuovi valori per la temperatura della A e B rimaste in persistente aumento e senz'altre misurazioni si arriva al 1930 (10) (12) alla qual data si rivela sia pure senza continuità l'affievolirsi dell'attività fumarolica della Fossa che le mie misure del '37 ampiamente confermano. L'IMBÒ (12) nel 1930-31 nota come dopo il 1924, in epoca però non precisabile, per la A almeno si deve essere verificata una diminuzione di temperatura seguita da un incremento, rivelato nel 1933 dalle misure di BERNAUER e DESSAU (10). Nel 1937 (13) la temperatura più alta della zona è stata

di 170° e l' ho trovata all'estremo sud della B che mi diede in altri punti i seguenti valori mantenendo per il rimanente della frattura 100°-99°:

estremo sud	170°
a 9 metri	138°
a 22 »	140°
a 26 »	120°
a 30 »	105°
estremo nord	105°

Alla stessa data nelle fumarole del gruppo C trovai 99°-98° ed in quelle più importanti del VI ritengo che la temperatura fosse dello stesso ordine giacchè l'esalazione era egualmente molto calma ed aveva perduto quel cupo rumore che ne era stata una caratteristica in addietro.

Ritornando invece sull'orlo craterico e risalendo dalla B verso est dopo una cinquantina di metri si segue per altri trenta una larga zona di fumarole (d) situate alquanto più in basso sulle pendici crateriche interne; a 150 metri dalla B l'orlo craterico è tutto tagliuzzato per 20 mt. da un reticolo (e) di sottili fratture in una direzione radiale che si prolunga di qualche metro dentro e fuori il cratere. Più oltre (una diecina di metri) altra lesione (f) lunga 32 metri giacente sull'orlo interamente e del tutto simile alle lesioni a, b, c del '22 ma dirette in senso opposto dalla B cioè verso ovest, e completamente cancellate nel '37. Ovunque l'esalazione tocca al massimo i 99° ed è appena solfidrica.

È interessante segnalare alcuni dati raccolti a Vulcano nel 1938 dal Principe GINORI CONTI (14) il quale sulla frattura radiale trova una temperatura di 140° ed in corrispondenza un'esalazione solfidrica (1,04 % di H<sub>2</sub>S) con appena tracce di anidride solforosa e di acido cloridrico. Questi risultati confermano l'andamento di un costante progressivo decremento dell'attività locale.

Certo, è spiacevole notare come dopo il '24 l'attenzione degli studiosi si sia alquanto distolta da Vulcano

da rarefare i valori termici conosciuti dell'esalazione per quest'ultimo periodo nel quale si segue con incertezza l'andamento del fenomeno fumarolico le cui stesse oscillazioni racchiudevano un evidente fattore di interesse in previsione dei probabili sviluppi futuri dell'attività locale.

È intanto palese che nel 1924 perdurano almeno in A e B delle alte temperature e se pure queste hanno subito un ulteriore incremento, tale fase non può avere avuto una lunga durata nè i massimi si devono essere spinti troppo oltre i valori misurati nel '24, giacchè a quest'epoca già le grosse fumarole del gruppo VI (le più eccentriche) segnano una diminuzione ed in seguito saranno le prime (1930) a scendere anche sotto i 100° che nel '37 rappresentano il massimo dello stesso gruppo A, solo la B riuscendo a mantenere una temperatura più alta (170°). È da notare che questo abbassamento di temperatura dell'esalazione non ha cancellato i segni della distribuzione fumarolica raggiunta durante la fase di massimo sviluppo.

Nella fase ultima dell'affievolirsi dell'attività fumarolica di Vulcano è da rilevare tuttavia l'accenno di ripresa che la A presenta nel 1931 al qual tentativo sono da collegarsi le diverse, rade e non eccessivamente (per ora) importanti formazioni fumaroliche che ho descritto poco sopra per il 1937 a levante di B. divenuto il principale gruppo fumarolico della Fossa.

#### Aspetti dell'attività solfatarica

Nel suo complesso l'attività solfatarica di Vulcano sembra avere avuto dal 1913 ad oggi (1938) un andamento caratterizzato per oltre un decennio da una decisa marcia verso un massimo termico sulla radiale craterica nord e da un successivo decremento non però altrettanto decisivo giacchè framezzato da una ripresa termica, seguita quindi da un nuovo declinare, con accenni di ulteriori amplificazioni della fumarolizzazione in alcune nuove marcate lesioni. Non è perciò da ritenere senz'altro definitivo l'attuale affievolirsi dell'attività solfatarica, tanto più che nessun

segno dell'ampia fumarolizzazione raggiunta nel '22 è rimasta cancellato.

Questo andamento è stato abbastanza ben studiato con qualche dettaglio da DE FIORE, MALLADRA, PLATANIA e da me nel periodo 1913-1924 della fase ascensionale con la quale si sono venuti a superare i 600° in una esalazione ch'io ho ritrovato essere nettamente solfidrico-solforosa.

Gli specchi delle tabelle 7 e 8 presentano alcune delle analisi da me condotte alle fumarole ed eseguite applicando, con una apposita apparecchiatura ed opportune sostanze, un metodo di assorbimento immediato per l'idrogeno solforato e per l'anidride solforosa, riserbando al laboratorio l'analisi del residuo gassoso e delle soluzioni assorbenti. Mi è stato così possibile dosare quei due gas, che diversamente raccolti reagiscono reciprocamente lasciando, nel caso nostro, un residuo di anidride solforosa.

Si è confermata l'assenza dell'ossigeno come già aveva messo ben in chiaro il DE FIORE e si è mostrato con evidenza di cifre una forte coesistenza di due gas ( $\text{SO}_2$  ed  $\text{H}_2\text{S}$ ) che è ben raro trovare associati nelle già rare ed attendibili analisi di gas vulcanici. Debolissimo è il contenuto in acido cloridrico.

Nel 1937 (13) ho ripetuto alcune analisi (v. tabella 9) raccogliendo valori in armonia all'affievolimento dell'attività solfatarica locale pur conservando l'esalazione il tipico carattere idro-solfidrico-solforoso-carbonico.

Un altro punto che è stato ben precisato e sul quale si ritornerà più avanti, è il forte contenuto acqueo della esalazione anche ad alta temperatura. Nel 1923 ho raccolto per litro di gas anidro alla B ed alla C da 22 a 38 gr. di acqua.

Anche la radioattività dei gas fumarolici è stata studiata con i seguenti risultati :

Fumarola B	480°	=	Unità Mache	22,43
"	C 237°	=	"	21,64

Le proprietà radioattive dei gas sono dovute anche in questa zona esclusivamente ad emanazione di radio.

### Le emissioni di zolfo liquido

Per completare il quadro della fenomenologia verificatasi a Vulcano mi resta solo da parlare di un interessante e raro fenomeno ripetutosi alla Fossa tra il 1913 e il 1922 e dovuto alle emissioni di zolfo liquido che in numero di quattro a diverso intervallo fornirono complessivamente oltre 800 quintali di purissimo prodotto e sempre dalla parte alta del cono tra le fumarole del gruppo VI cioè nella parte esterna rivolta a nord della zona craterica. Quivi già nell'estate del 1916 il DE FIORE aveva raccolto una stalattite compatta di zolfo purissimo. Nel 1918 nella stessa località si verificò in pochi giorni la fuoriuscita di circa 40 tonn. di zolfo e di questa riferisce il MORI (5).

Altra replica del fenomeno ebbe inizio nella notte tra il 20 ed il 21 settembre del 1922 (7) : nota il ROCCATI come la temperatura dello zolfo fosse di 98° mentre il vapor acqueo sovrastante e che si sprigionava contemporaneamente allo zolfo era a 104° : in un mese fluirono circa 10 tonn. di zolfo appena leggermente selenioso, contemporaneamente fluiva pure zolfo ma in poca quantità da una cavità nell'interno del cratere sulla parete settentrionale ma che non fu raccolto per la sua pochezza e per la difficoltà a raggiungerlo.

La stalattite trovata nel 1913 dal DE FIORE è certamente il residuo di una prima effusione, il cui scarso prodotto fu probabilmente utilizzato dagli isolani.

La quarta ed ultima emissione si ebbe il 26 maggio 1923 e diede una produzione di circa 30 tonn. di zolfo. Nella mattinata di quel giorno mi trovavo tra le fumarole crateriche occupato nell'analisi dei gas quando alle 10.30 udii un breve e cupo rumore. Poco prima aveva controllato le principali temperature, che ricontrollate non mostrarono nulla di eccezionale. Solo più tardi, verso mezzogiorno, discendendo dalla Fossa, notai nella solita alta zona nord, una larga chiazza gialla la cui formazione, come seppi poco dopo, era stata preceduta da un ruzzolare di pietre lungo la ripida parete precipitante per una cinquantina di metri

quasi a picco sulla Forgia Vecchia : al tonfo di alcuna più grossa era da riferire il rumore da me udito.

Nel pomeriggio e nei giorni successivi visitai la località dove l'effusione si compiva. Lo zolfo sgorgava in un esile getto di materiale rossiccio fuso, tanto sottile da non riuscire possibile di misurare la temperatura. Dalla spaccatura orizzontale della roccia larga poco più di un metro, alta e profonda la metà erano contemporaneamente emessi vapor acqueo a 99° con anidride carbonica e minime tracce di composti solforati. Quando lo stesso 26 maggio verso le due pomeridiane risalii alla Fossa trovai che l'ampia distesa di zolfo si stendeva sotto la bocca di emissione per 4-5 mq. : ed era possibile valutare a 1000-1500 Kg. lo zolfo venuto a giorno e che tuttavia non poteva essersi depositato per lo sgorgare di un sottile filo di zolfo, quale io constatavo, la cui portata si aggirava sui 40-50 litri ora. Penso perciò che agli inizi sia in una sola volta traboccato lo zolfo accumulatosi nella cavità per il cedimento della parete che lo tratteneva, formata di frammenti pietrosi appena cementati da altro zolfo, con il conseguente ruzzolare delle pietre notato dal basso. Dallo zolfo non si sviluppava nessuna bolla di gas e l'emissione tranquillissima era accompagnata da poco gas, da poco vapor acqueo neppure a 100°. Non è il caso di mettere in gioco delle manifestazioni di energia eruttiva direttamente collegate con il condotto centrale quasi che si trattasse senz'altro di solfo originario segregato dal magma. Per me l'origine di questo solfo è secondaria e sono convinto che essa sia da collegarsi alla contemporanea presenza nell'esalazione della Fossa dell'anidride solforosa e dell'idrogeno solforato, che, sfuggendo nelle cavità e nei meandri della roccia cavernosa, vi circolano più lentamente, si raffreddano e si riducono reciprocamente con conseguente formazione di solfo, il quale va accumulandosi negli interstizi liberi del terreno. La rifusione poi e la fuoriuscita di questo solfo è fenomeno legato al caratteristico svolgimento dell'attività fumarolica locale.

Dal punto di vista esclusivamente termico un vulcano

va considerato (BRUN A. — *Recherches sur l'evaporation volcanique* — Genève 1908) come una serie di superfici isogeotermiche la cui temperatura è mantenuta dalla conducibilità termica delle rocce e dai gas che circolano dove è facile ad essi insinuarsi per fratture o per la natura frammentaria del terreno. Queste superfici isogeotermiche curve, si seguono eccentricamente al centro di massima temperatura con valori decrescenti: vi sarà perciò una superficie isogeoterma che diremo *F<sub>s</sub>* corrispondente alla temperatura di fusione dello zolfo: lo zolfo formatosi ed accumulatosi esternamente alla *F<sub>s</sub>* si manterrà solido e tale resterebbe se l'isogeoterma in questione non subisse degli spostamenti centrifughi; in tal caso lo zolfo rifonde, cola attraverso gli anfratti della roccia stessa e può affiorare all'esterno.

Effettivamente a Vulcano il singolare fenomeno delle effusioni di solfo si è verificato nelle circostanze volute dalle precedenti considerazioni. L'ampia trattazione fatta sullo sviluppo della manifestazione fumarolica, deve oramai aver reso familiari i suoi punti più salienti: decrescenza termica dal centro (A) verso la periferia (VI) e crescendo termico sulla stessa radiale per oltre un decennio dopo il 1913, fino cioè alla fase discendente.

Ora tutte le effusioni di solfo risalgono a quel decennio e perciò sono legate al corrispondente crescendo dei fenomeni fumarolici. Tale rapporto può ancora essere reso evidente nei suoi particolari riassumendo la tabella I, per quanto ci riguarda, nelle seguenti proposizioni:

1° — 1917-1918      Allungamento verso nord ed allargamento di B dopo un generale fortissimo incremento termico.

1918 marzo      Sgorgano 40 tonn. di solfo.

2° — 1922 settembre Sgorgano 10 tonn. di solfo.

1922 dicembre Si formano le fumarole del gruppo C dopo un precedente generale fortissimo aumento termico.

1923 maggio      Sgorgano 30 tonn. di solfo.

Mi limito alle tre manifestazioni più note : la prima è legata all'ampliamento di B ed alla prima fase dell'incremento termico, le altre due rientrano nel ciclo che portò alla formazione del gruppo C nella fase successiva : l'inevitabile conseguente allontanamento centrifugo di superfici isogeotermiche è dunque causa ultima delle « fontane di solfo » come elegantemente chiama il ROCCATI queste non comuni manifestazioni, strettamente e solamente legate nell'origine alle caratteristiche chimiche dei gas ed a quelle dell'attività solfatarica di Vulcano.

#### IV. — Alcune osservazioni sulle caratteristiche dell'esalazione dell'isola di Vulcano

##### Della classificazione delle fumarole e dell'origine di alcuni dei gas dell'esalazione

Le manifestazioni dell'attività endogena di Vulcano sono state notate fin dall'antichità : le notizie però si vanno ampliando e facendosi sempre più numerose con il sec. XVII: fanno da allora epoca il viaggio del DE LUC (1757), di DOLOMIEU (1787), dello SPALLANZANI (1788). Nel sec. XIX Vulcano diviene oggetto di ricerche più scientifiche tra le quali emergono quelle di Charles SAINT - CLAIRE - DEVILLE e di FOQUÉ : costoro studiando tutte le principali manifestazioni vulcaniche d'Italia visitarono l'isola rispettivamente nel 1855-56 e nel 1865 interessandosi delle caratteristiche di composizione dei gas fumarolici ; questi studi, com'è noto, contribuirono all'enunciazione di alcuni principi oltre i quali poi le nostre conoscenze sulla chimica dei gas vulcanici non hanno progredito eccessivamente.

All'epoca della visita di S. C. DEVILLE la distribuzione fumarolica dell'isola era formata da alcune manifestazioni comprese nelle attuali : la principale consisteva in un aggruppamento di fumarole sulla parete nord dell'interno del cratere, la cui temperatura doveva essere superiore ai  $327^{\circ}$ , poichè il piombo vi restava fuso ; ci troviamo perciò nello stesso settore craterico nel quale oggi si ri-

scontrano due notevoli gruppi fumarolici (A e B) che, se non un'identica forma, ripetono però sostanzialmente il fenomeno in condizioni di spiccata analogia. Allontanandosi da questa zona in direzione nord il DEVILLE incontrava esternamente al cratere, al cosiddetto « Piano delle Fumarole » in località Portella, una serie di centri esalanti a 94° nettamente identificabili con le fumarole del gruppo VI ; infine ancora più a nord presso il mare trovava le fumarole dell' « Acqua Bollente » a 94° e 200 metri più oltre le ultime manifestazioni a 25°, le une e le altre ancor oggi presenti : in altri termini si ripete palesemente l'allineamento Fossa-Faraglioni cioè N-S.

Il DEVILLE analizzò i gas sul posto : nella tabella 2 sono raccolti i dati delle principali analisi che il DE FIOBE (2) ha molto discusse tanto da trovarne alcune del tutto ed altre solo limitatamente accettabili, sia per la mancanza di anidride carbonica « trovata costantemente da altri nelle identiche condizioni » (in (2) a pag. 203) sia per i forti residui in azoto dovuti ad ossidazioni postcaptazione. Il DEVILLE collega i dati raccolti a Vulcano con i diversi ordini di esalazione riscontrati al Vesuvio ed all'Etna deducendo che una classificazione delle fumarole può farsi distribuendone i vari tipi in sei gruppi, non sempre tutti riscontrabili, ciascuno dei quali in funzione di una temperatura determinata è caratterizzato da prodotti di esclusiva pertinenza. Secondo questo criterio l'anidride carbonica « deve » comparire solo a basse temperature, dalle quali procedendo verso le più alte, questo gas è sostituito dall' idrogeno solforato, cui successivamente subentra l'anidride solforosa : è quanto si dimostrerebbe con la tabella 2 se i dati raccolti non dessero luogo a incertezze.

Le stesse fumarole furono analizzate da FOUCHE nove anni più tardi con risultati (tab. 3-4) che non sono una completa conferma dei precedenti, poiché alle alte temperature si ritrovano gas che divengono esclusivi di fumarole a temperatura più bassa. Il DE FIORE fa giustamente osservare come le analisi di FOUCHE siano migliori di quelle di DEVILLE e come per il minor tenore in azoto rappresen-

tino un progresso : si rilevano però alcuni dati dubbi tra i quali notevole quello per la prima delle due fumarole a 250° con anidride solforosa, in cui vien dato in un primo tempo  $\text{CO}_2 = 22$ , valore successivamente sdoppiato in  $\text{H}_2\text{S} = 10$  e  $\text{CO}_2 = 12$ . Tale incertezza e le difficoltà che si sono sempre avute ad ammettere l'esistenza dell'idrogeno solforato accanto a quella dell'anidride solforosa, fecero porre in dimenticanza le analisi con i dati riferiti a questi due componenti. Il CLARKE ad es. nei suoi « *The data of geochemistry* » accetta la forma  $\text{CO}_2 = 22$  della prima analisi e trascura la seconda, sicchè in questa moderna e tanto interessante pubblicazione non è possibile trovare un esempio di esalazione con  $\text{H}_2\text{S}$  ed  $\text{SO}_2$  associati.

In accordo con le proprie esperienze il FOUQUÉ stabilì una nuova classificazione modificando il concetto base della classificazione di DEVILLE nel senso che le sostanze caratteristiche di ogni gruppo (il FOUQUÉ ne fece quattro) sono tali in quanto mancano nei gruppi inferiori.

Dopo queste analisi si hanno alcune ricerche di scarsa importanza compiuta da COSSA (1887) e da SILVESTRI (1888): bisogna arrivare al 1916-1921 per trovare con le analisi DE FIORE del materiale interessante.

Le analisi di DE FIORE rivelano una cura meticolosa nel tentativo riuscitissimo di eliminare costantemente la simultanea captazione nei tubi di aria atmosferica con i gas fumarolici; ma pur essendo condotte sotto questo punto di vista con rigoroso metodo, devo per le ragioni che dirò più avanti fare le mie riserve sui dati analitici dei gas della frattura B e del gruppo VI. Le analisi furono eseguite nel 1916 e nel 1921, ma solo queste ultime riporto (v. tab. 5), perchè più complete e più vicine cronologicamente alle mie del 1923.

Nel complesso il DE FIORE trova la  $\text{SO}_2$  sopra i 100°, sostituita sotto tale temperatura dall' $\text{H}_2\text{S}$  il quale poi scompare molto presto, rimanendo l'esalazione a più basse temperature formata da gas carbonico già presente in tutte le forme anche più calde dell'esalazione. Queste analisi sono

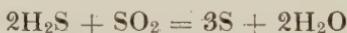
perciò in accordo con la legge di DEVILLE per i gas solforati, ma nell'assieme ammettono pure la legge di FOUCUÉ.

Più ristretti sono i dati analitici che il DE FIORE riporta per la zona dei Faraglioni, raccolti analizzando esclusivamente le fumarole lungo la spiaggia dell'Acqua Calda e trascurando quelle più importanti e più ricche in idrogeno solforato dei nuclei interni.

Le mie analisi risalgono al 1923 e sono raccolte nelle tabelle 8 e 9, delle quali la prima corrisponde all'allineamento radiale nord del cratere della Fossa fino ai Faraglioni di Levante, la seconda a quell'altro minore, allungato secondo la radiale di NW dalle fumarole del gruppo VII a quelle di Lentia. Sono così collegate tutte e tre le zone fumaroliche di Vulcano con l'aggiunta di alcune fumarole sparse sulle pendici del cono tra la Fossa e gli aggruppamenti esterni ed estremi. Non mi trattengo sull'argomento inerente al modo di condurre il prelievo e le analisi dei gas dovendone discutere piuttosto a lungo: per mantenermi più vicino all'oggetto del presente studio dovrò trattarne a parte e qui limitarmi solo a ricordare che per le emissioni solfidrico-carboniche e carboniche ho seguito i comuni metodi di captazione per aspirazione di gas essiccati in tubi di raccolta immediatamente analizzati in posto, avendo provveduto a portare con me una completa idonea attrezzatura; per le miscele solfidrico-solforose-carboniche, ho invece utilizzato metodi di assorbimento immediato per i gas solforosi, utilizzando un'apparecchiatura speciale ed opportuni reattivi.

Tra i dati presentati dal DE FIORE ed i miei per la Zona Craterica si rivela concordanza esclusivamente nelle percentuali di azoto, concordanza qualitativa vi è per l'anidride solforosa ed il gas carbonico, ma fortissimo è invece il divario per la notevole percentuale da me data in idrogeno solforato completamente assente nelle analisi del DE FIORE, il quale pure a proposito delle fumarole del gruppo VI già nel 1916 ebbe a dire: « le fumarole emettono  $\text{SO}_2$  dominante,  $\text{H}_2\text{O}$  abbondante,  $\text{CO}_2$  notevole,  $\text{H}_2\text{S}$  presente » (in (2) a pag. 272).

Io sono convinto che le analisi del DE FIORE contengono solamente l'anidride solforosa residua alla reazione di reciproca riduzione tra i due gas solforati avvenuta nei collectori (molto lunghi) e nei tubi di raccolta non essendo i gas anidri. A prova di ciò vi è qualche cosa di più del semplice fatto dell'aver constatato personalmente nelle fumarole della Fossa fin dal 1922 i due gas solforati : resta infatti la possibilità di portare una correzione ai dati del DE FIORE per cui alcuni divengono abbastanza nettamente confrontabili con i miei. Il criterio per cui tale correzione è possibile deriva dall'aver trovato contenuti in idrogeno solforato ed anidride solforosa ancora a 104° tanto vicini da lasciar pensare che le due percentuali possano essere in origine eguali e che la lieve divergenza se non preesiste sia solo causata da un forse inevitabile inizio della nota reazione compiutasi invece integralmente negli apparecchi DE FIORE. Questo supposto «egual valore» è calcolabile in base all'equazione



poichè la semplice differenza tra i valori sperimentali dà il volume di anidride solforosa distrutta ed il doppio di questa cifra quello dell'idrogeno solforato che ha reagito: sommando queste due cifre ai corrispondenti valori sperimentali si ottiene una identica cifra che rappresenterebbe quello che si può chiamare il «valore di eguaglianza» delle percentuali dei due gas nella miscela esalante: naturalmente per poter considerare questo valore come una nuova percentuale è d'uopo apportare ad esso un'evidente correzione.

Oltre ai dati raccolti nella tabella 8, posso presentare le seguenti analisi :

t°	SO <sub>2</sub> %	H <sub>2</sub> S %	Valore di eguaglianza	% corretto
sulla frattura B :				
480°	21,20	20,00	22,40	21,6
420°	19,10	18,20	20,00	19,5
390°	19,50	18,60	20,40	19,8
210°	19,20	17,50	18,90	18,5

ed in una vicina fumarola a 104° :

104°	18,20	17,00	19,40	16,4
------	-------	-------	-------	------

e nel gruppo VI :

217°	15,40	13,40	17,40	16,4
------	-------	-------	-------	------

Questi dati mostrano una discreta costanza di composizione su una scala abbastanza ampia di temperature sicchè non posso spiegarmi perchè il DE FIORE trovi sulla sola frattura B una percentuale di SO<sub>2</sub> del 75,2 accanto ad altre del 20-16-15 (v. tab. 5) ; ora tenendo in considerazione solo questi ultimi tre valori più concordanti, supponendo che l' idrogeno solforato sia andato completamente distrutto nelle operazioni di raccolta e che nell'esalazione SO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>S fossero in percentuali identiche, ho calcolato i valori di egualanza, che riportati in percentuale nella miscela totale del gas diventano in corrispondenza 25-20, 9-20, 5 con una media di 22,13 contro quella di 19,8 ricavabile dalle mie quattro analisi della frattura B sopraviportate. Tra i dati corretti del DE FIORE ed i miei viene quindi ad esserci un discreto accordo che conferma le supposizioni avanzate. Certo che devo escludere il valore della prima analisi (75,2), sia per l'accordo che gli altri tre dati possono raggiungere con i miei, sia perchè le mie analisi mostrano in un intervallo termico di 270° composizioni gassose molto vicine.

Nel gruppo fumarolico VI il DE FIORE dà assenza di H<sub>2</sub>S ed un contenuto in SO<sub>2</sub> del 12 % che ci porta, corretto, ad un valore di egualanza di 17,6 contro 18,2 risultante dalle mie analisi.

Tra le mie analisi (come tra quelle del DE FIORE) mancano dati riferibili ai gas emessi dalla frattura A (555°) che per essere tutta interna al cratere creava seri ostacoli ad un tranquillo lavoro per la massa dei gas turbinanti e frequentemente avvolgenti l'operatore. Tuttavia la vicinanza di composizione dei gas di B con quella di gas a più basse temperature lascia pensare anche per i gas di A una composizione press' a poco identica, non essendo in definitiva la A molto termicamente distante dalla B.

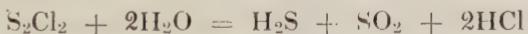
Nel complesso perciò posso ritenere le mie analisi come le più complete e del tutto rispondenti alla esalazione gasosa delle fumarole di Vulcano. Anche la zona dei Faraglioni di Levante è rappresentata in tutti i suoi nuclei, che, come è stato detto a suo tempo, si seguono in prolungamento sulla solita radiale nord della Fossa.

La composizione dunque dei gas emessi lungo i due allineamenti fumarolici principali, esposta nelle tabelle 8 e 9, è ben espressa ed è conferma dell'idea del Fouqué per il quale la classificazione delle fumarole va fatta in base al concetto che le sostanze caratteristiche di ciascun gruppo, in un elenco a valori termici decrescenti, sono tali in quanto mancano nei gruppi inferiori. Questo principio però non permette di dedurre la possibilità di fissare dei limiti termici inferiori di esistenza dei vari componenti: ad es. a 100° si hanno fumarole esclusivamente carboniche (Lentia), fumarole solfidrico-carboniche ricchissime (gruppo C) e poverissime (gruppo VII) di composti solforati; ed ancora a 104° si ha una composizione di gas quasi identica a quella riscontrata a 480°. Il principio di Fouqué si limita dunque ad una interpretazione qualitativa.

Le analisi dei gas raccolti alla Fossa mostrano indiscutibilmente come possono coesistere forti quantitativi di idrogeno solforato e di anidride solforosa ancora a 104°. Il MERCALLI (1910) interpretando l'opinione dei vulcanologi del tempo i quali molto dipendevano dalle prime idee sviluppatesi nel secolo passato e non corrette successivamente, non ammette che quei due gas possano coesistere in forti quantitativi ma fa derivare il primo dall'ossidazione del secondo in virtù dell'aria penetrante nell'interno della montagna vulcanica: la reazione sarebbe agevolata dall'alta temperatura e dall'azione catalittica delle rocce porose, trovando così una spiegazione la presenza nei gas fumarolici di aria disossigenata. L'idrogeno solforato a sua volta sarebbe originato dall'azione riducente dell'idrogeno o dalla azione scomponente del vapor acqueo sopra i solfuri metallici.

Più recentemente l'argomento è stato ripreso dal DE FIORE (2), che avvicinando ai gas solfidrico e solforoso pure lo solfo, accogliendo tra le sue anche le idee del BRUN (op. citata) pensa che l'ossigeno disponibile nel magma si distribuisca tra carbonio e solfo, quest'ultimo a sua volta derivato dal protoclorururo di solfo, dal BRUN estratto nelle lave rifuse. Il DE FIORE rileva ancora come al Kilauea l'esalazione a 1200° contenga ancora dell'idrogeno solforato: ciò in unione alla constatazione nell'esalazione raccolta nel vuoto (PONTE, Etna 1906) dell'esistenza contemporanea dell'anidride solforosa e dell'idrogeno solforato, lascia ammettere che i due gas possano coesistere nelle condizioni magmatiche.

E ciò è quanto le mie analisi eseguite a Vulcano danno ragione maggiormente di pensare: ritengo anzi che esse aiutino a farci accettare l'idea dell'esistenza del protocloruro di solfo nel magma; secondo me i due gas derivano da una reazione tra protocloruro di solfo e vapor acqueo per effetto di una variazione dell'equilibrio fisico-chimico interno nel magma o dell'esalazione sovrastante al magma. Che questo vapor acqueo sia commisto nel magma o sia di origine extramagmatica è questione che per ora non interessa giacchè mi basta l'aver constatato che a Vulcano questo vapor acqueo non manca ed è presente in forti quantità (96-98 % in volume): la reazione sarebbe allora la seguente:



e spiegherebbe la formazione dei due composti solforati i quali potranno benissimo coesistere fino a che non verranno a trovarsi in presenza di  $\text{H}_2\text{O}$  in fase liquida: ciò è stato dimostrato da BAKER (Chem. News. 1909, vol. 99, pag. 126 e 1911, vol. 103, pag. 173). Ma quello che è altrettanto importante è la formazione di eguali volumi di  $\text{H}_2\text{S}$  e di  $\text{SO}_2$  come è stato appunto riscontrato da me a Vulcano ed all'Etna dal PONTE (*Ricerche sull'esalazione dell'Etna*.

Atti della classe di Scienze della R. Acc. dei Lincei, 1914), il quale trova :

SO <sub>2</sub>	1,2 %	3,8 %
H <sub>2</sub> S	1,6	tr.

La reazione implica una evidente forte produzione di acido cloridrico, sostanza che le mie analisi danno appena scarsamente presente; poichè però nelle fasi di parossismo eruttivo l'acido cloridrico ed i cloruri alcalini abbondano, è possibile ammettere un assorbimento nel magma dell'acido formatosi nella precedente fase di esalazione. Tutto ciò è ancora chiaramente ipotetico mancando maggior copia di fatti constatati e conferme: tuttavia l'ipotesi è attendibile più che non lo sia l'idea dell'ossidazione dell'idrogeno solforato ad anidride solforosa, giacchè in realtà l'azoto e l'aria disossigenata trovata in passato nei gas era semplicemente dovuta al pessimo sistema di captazione, per cui si raccoglieva aria atmosferica, che successivamente andava a distruggere i gas ossidabili: tanto a me che al DE FIORE, come ed altri (FOUQUÉ nel 1865 e DE LUCA nel 1871 a Pozzuoli, BUNSEN in Islanda) è stato possibile raccogliere gas del tutto privi di ossigeno e poveri assai di azoto.

La coesistenza alle alte temperature dell'idrogeno solforato e dell'anidride solforosa lascerebbe supporre che allontanandosi dal centro di maggiore attività fumarolica verso temperature più solitamente di 100°, si dovrebbe arrivare a fumarole esclusivamente solforose: in realtà si osserva esattamente il contrario; già nella zona craterica si assiste al passaggio da fumarole altamente e pressochè egualmente solfidrico-solforoso a fumarole con eccesso di idrogeno solforato (fumarole 98°-99° del gruppo C, v. tab. 7) quindi a solo idrogeno solforato (gruppo VII, v. tab. 8), fenomeno quest'ultimo che ha la sua più vasta importanza e diffusione nelle fumarole della zona dei Faraglioni di Levante dove dei gas solforati è esclusivamente presente il solfidrico.

Il DE FIORE che, come si è detto, si è molto interessato dell'origine dei gas vulcanici, pensa che l'idrogeno

solfato delle fumarole situate lungo la spiaggia del Porto di Levante sia dovuto a reazione dell'acqua marina sull'anidride solforosa. L'ipotesi troppo limitata alle particolari condizioni di una sola zona mi sembra sempre del tutto gratuita ; del resto lascia perplesso lo stesso autore, il quale aggiunge non potersi « negare un'ignota reazione interna »; e su questo punto ci si può trovar ben d'accordo, spiacenti solo che le nostre conoscenze sul chimismo dell'esalazione vulcanica siano tante limitate da non permetterci alcun proficuo approfondimento della questione.

Su di un altro fatto egualmente constatato sul terreno si può invece arrivare ad una interpretazione soddisfacente. Nella zona centrale più strettamente collegata al centro di attività si osserva un decremento parallelo nel contenuto in gas sulfidrico e solforoso, tanto che le corrispondenti percentuali si portano a valori assai bassi come in due fumarole a 100° del gruppo VII (tab. 8) : questo fenomeno che si palesa in armonia ad una più eccentrica posizione delle fumarole in questione si manifesta nel tempo nelle stesse fumarole della frattura B: in questa infatti nel 1922 si sono trovati alti valori per i due componenti solforati ridottisi nel 1937 a poche unità percentuali (tab. 9), pur mantenendosi quella decisa tendenza all'eguaglianza dei corrispondenti valori.

L'interpretazione che può darsi a questo fatto è possibile pensando ad iniezioni magmatiche dipartentisi dalla colonna centrale, variamente ricche in protocloruro di solfo, spinte attraverso fratture irradianti da quest'ultima nell'edificio vulcanico : proporzionata al contenuto in protocloruro di solfo sarà la produzione dei due gas solforati sempre in quantità press'a poco identiche. Nel tempo verificandosi un decremento nella attività fumarolica, è logico pensare ad una diminuzione, sia nella colonna magmatica principale che nelle ramificazioni, del contenuto di quelle sostanze dalle quali dipende la composizione dei gas fumarolici.

### Delle proprietà radioattive dei gas fumarolici

Le proprietà radioattive dei gas fumarolici di Vulcano sono dovute esclusivamente a quantità variabili di emanazione di Radio.

Queste ricerche sono state condotte nel 1923 con un apparecchio Elster e Geitel, di mia proprietà, costruito dalle Officine Galileo con alcune modificazioni sul modello originario suggerite dal Prof. NASINI. Con questo apparecchio si sono controllate a distanza di ore le proprietà radioattive di due campioni di gas raccolti simultaneamente: il primo due ore al massimo dopo la raccolta, il secondo dopo tre giorni, avendo così modo di dedurre in base a note costanti il valore della corrente di ionizzazione derivata dalla massima radioattività dei gas all'istante della raccolta, corrente che espressa in Unità Mache è riportata nella tabella 10 per le singole fumarole studiate, per ciascuna delle quali è pure indicata la temperatura, assieme ad altri dati che ci interesseranno nel prossimo paragrafo.

I valori misurati in tal modo sono proporzionali al contenuto in emanazione di Radio, giacchè eventuali quantità di emanazione di Torio o di Attinio non possono essere svelate o misurate per la rapidità di disintegrazione di questi prodotti. Si può però avere una conferma dell'assenza di essi o individuarne la presenza con lo studio della curva di disattivazione del deposito radioattivo raccolto sulle pareti interne della campana dell'apparecchio, mantenendo in questa per qualche ora il gas aspirato secco direttamente dalla sorgente. Anche questo studio è stato fatto e per le caratteristiche differenze delle curve di disattivazione dei depositi radioattivi provenienti dalle tre diverse emanazioni radioattive, si è potuto confermare l'esclusiva presenza dell'emanazione di Radio.

Nella tabella 10 con i valori sopra indicati ne sono riferiti altri sulla idricità dei gas, che ci interesseranno nel prossimo paragrafo, oltre alcune cifre indicative sulla portata oraria presumibile in gas anidro a 0° e 760 mm, per

cmq., nonchè sulla superficie totale rappresentante l'effettiva apertura allo sbocco dell'esalazione. Le misure di portata furono dedotte in base alla velocità massima limite, per cui aspirando del gas fumarolico era ancora possibile raccoglierlo privo di aria. I valori poi della superficie di emissione rappresentano un apprezzamento piuttosto soggettivo, che solo la lunga permanenza nell'isola e le frequenti visite ai centri di esalazione mi autorizzano a fare: tengo però a far ben presente che tutti questi valori sono rappresentati da cifre di orientamento e che come tali vanno solo considerati.

Per spiegare la diversità delle intensità radioattive riscontrate nelle tre zone, la prima idea è quella di rapportare tali valori alle corrispondenti caratteristiche chimiche attraverso la legge FOUCQUÉ, che presuppone la scomparsa di alcuni costituenti nel passare dalle alte alle basse temperature, spostandosi eccentricamente rispetto al maggior centro di attività. Sotto questo punto di vista si arriverebbe alla conclusione che la variazione della intensità radioattiva dovrebbe compiersi in ragione inversa di quella termica e direttamente all'eccentricità dell'esalazione.

Poichè in ogni singola zona si sono avuti valori abbastanza vicini, possiamo assumere per gli ulteriori raffronti i valori medi corrispondenti.

Zona craterica . . . . .	U. M. 22,7
Zona dei Faraglioni di Levante . . . . .	» 15,7
Zona di Lentia . . . . .	» 161,5

Assumendo ora le 22,7 U. M. misurate al Cratere come punto di riferimento, e tenendo presente che nell'esalazione della Fossa vi è in media il 37,7 di composti solforati contro 5,6 ai Faraglioni e zero a Lentia, si sarebbero dovute misurare nelle zone periferiche le seguenti intensità radioattive :

Zona dei Faraglioni. . . . .	U. M. 32,8
Zona di Lentia . . . . .	» 34,8

Contrariamente alle previsioni si è trovato ai Faraglioni un valore basso ed a Lentia un valore assai più alto.

Dare a questi fatti una decisa interpretazione non è possibile : si può solo indagare per trovare in particolari caratteristiche delle varie zone qualche plausibile idea chiarificatrice, che possa rendere conto degli spostamenti che la radioattività originaria dei gas magmatici può subire durante il cammino percorso per affiorare all'esterno. Per il momento l'unica idea accettabile, e che solo in parte spiega le anomalie accertate, è la seguente : nelle zone periferiche, specie a fumarole carboniche, l'esalazione si trova a percorrere un cammino molto lungo e con una certa lentezza ; da ciò la possibilità di arricchimento in emanazione estranea raccolta tra le rocce attraversate. Questo effetto è maggiormente sentito quando il materiale roccioso è alterato dal chimismo dei gas e se per di più è di natura clastica anzichè compatta. Con tale presupposto possiamo benissimo concepire una radioattività riferita a pari volumi di gas anidro, maggiore in zone fumaroliche eccentriche. Nel nostro caso particolare ci possiamo così rendere conto delle 161,6 U. M. delle fumarole di Lentia, contro le 22,7 dei gas della Fossa.

Nessuna idea ci spiega invece l'anomalia riscontrata ai Faraglioni dove per la seconda volta tale zona o meglio tale tipo di emissione sfugge al controllo di semplici deduzioni suggerite dai fatti : è ancora sufficiente richiamare il carattere sottomarino dell'esalazione o pochi sono i nostri punti di appoggio ?

Ritornando alla diversa radioattività dei gas di Lentia e della Fossa, è ancora da notare come sarebbe del tutto arbitrario dedurre che la radioattività si manifesta in più alto grado nella prima anzichè nella seconda. È facile dimostrare la fallacità di una simile interpretazione : con ogni verosimiglianza i gas emessi nella zona fumarolica della Fossa trascinano all'esterno tutta la emanazione radioattiva che viene espulsa dall'identico volume magmatico che emette i gas ; è da escludere un sensibile arricchimento di emanazione in corrispondenza all'intervallo di tempo

impiegato per il percorso sotterraneo. Tenendo ora presenti le probabili portate medie orarie in gas anidro (tab. 10) per varie zone e le corrispondenti effettive superfici di emissione libera, si hanno per le singole zone i seguenti quantitativi di gas anidro emesso all'ora e, segnata accanto, l'intensità radioattiva di tale complessiva emissione espressa sempre in Unità Mache :

Zona Craterica	mc/ora	2500	U. M.	6	675	000
» Faraglioni	»	7	»	109	900	
» Lentia	»	2,5	»	403	750	

Queste cifre che, ripeto, vanno prese come indicazione approssimata di un ordine di grandezza mostrano come l'alta radioattività di Lentia; pur tenendo conto di quanto è stato detto, abbia in definitiva un'importanza molto relativa.

#### Del vapor acqueo contenuto nell'esalazione

Nella tabella 10 sono raccolti anche i valori relativi al contenuto in acqua per i gas delle tre zone fumaroliche dell'isola. Richiamo l'avvertenza già fatta per i dati relativi alle portate ed alla superficie esalante, i quali vanno presi come cifre di orientamento ; aggiungo che la determinazione sul terreno è stata fatta aspirando il gas, raccogliendo a parte l'acqua di condensazione, quella lasciata negli essicatoi finali e tenendo conto nel conteggio dell'acqua che si veniva formando (alla Fossa) per il verificarsi della reazione di riduzione tra i due gas solforati.

Il punto evidentissimo è dato dalla constatazione che a Vulcano ad alta temperatura vi è ancora nell'esalazione vapor d'acqua con una portata approssimata di Kg. 1,1 cmq/ora. Tali valori si sono mantenuti costanti indipendentemente dalla pioggia locale sicchè quest'acqua non è il prodotto dell'evaporazione d'acqua di pioggia penetrata nel terreno e subitamente respinta con l'esalazione gassosa, come vorrebbe il BRUN per la esalazione umida oltre

i 350°, l' isogeoterma oltre la quale secondo questo A. l'esalazione è ovunque anidra normalmente e se acqua è constata, questa dipende esclusivamente dalla pioggia che cade direttamente su questa superficie.

Mancando ora a Vulcano questo rapporto, è da pensare che l'acqua sia o di origine magmatica o fornita dall'esterno, forse dalla falda acquifera esistente nell' isola messa in evidenza dai numerosi pozzi scavati nella bassa pianura circondante il cono. Una dimostrazione diretta dell' una o dell'altra ipotesi è impossibile; piuttosto è da vedere con altri elementi fin dove è possibile portare un qualche contributo alla questione.

Per me vi è una maggiore possibilità ad ammettere una origine magmatica od almeno molto profonda piuttosto che una sottrazione di acqua alla falda acquifera superficiale.

Dai dati pluviometrici delle stazioni meteorologiche della costa settentrionale siciliana e da quelli da me raccolti a Vulcano sembra di poter stabilire tra il 1921 ed il 1923 una precipitazione annua di 400 mm. La superficie dell' isola è di kmq. 21,3 : il bacino idrografico dal quale si può far derivare la locale falda acquifera non ha però quest' ampiezza poichè i fianchi esterni del Cono del Piano, il dosso roccioso di Lentia , la metà orientale del Cono della Fossa, Vulcanello, sono costituiti da rocce compatte o comunque pendenti verso il mare, oppure da pozzolana ricoperta da una salda crosta indurita, sicchè l' acqua va a finire direttamente in mare. Per questo ammetto che solo i 2/5 della superficie dell' isola alimentino il sottosuolo : fissando quindi a 400 mm. l' altezza delle precipitazioni atmosferiche annue si avrebbe un totale di 3,5 milioni di mc. dei quali è calcolabile che 700 000 possano essere definitivamente assorbiti dal terreno accettando il coefficiente di assorbimento di 0,20 (KULBACH).

D' altra parte è calcolabile (v. tab. 10) in 500000 mc/anno l' acqua emessa dalle fumarole con calcoli che devo ritenerne molto prudenziali. Ne consegue che 7/10 dell' acqua esistente nel sottosuolo verrebbero vaporizzati. A me sembra questa una percentuale troppo elevata che poco

margine lascia anche alle sorgenti dell'isola le quali numerose se non imponenti vanno a sgorgare in mare in diversi siti e che per la debole mineralizzazione e per la bassa temperatura sono da ritenere legate alla falda acquifera ed alle manifestazioni fumaroliche come certamente appare per le sorgenti del porto di Levante.

Escludere perciò l'origine dell'acqua fumarolica in quella della falda acquifera superficiale, significa riconoscere un'origine diversa, per es., in un'acqua di circolazione profonda oppure significa ammettere un'acqua magmatica. Poichè gli elementi locali non sono sufficienti a chiarire il problema che viene in conseguenza ad assumere un carattere generale e teorico, non è possibile mantenerlo di più in discussione in queste pagine.

### **Conclusioni**

Le notizie ed i dati numerici raccolti nei paragrafi precedenti letti con l'aiuto delle numerose cartine e delle fotografie offrono attraverso un esame abbastanza particolareggiato una sufficiente visione dell'attività fumarolica di Vulcano ripresasi dopo il 1910, culminante nel 1924 o poco dopo, già nel 1930 in una fase di discesa, divenuta ben netta nel 1937.

Di questa fenomenologia una chiara sintesi è offerta dai diagrammi della tavola quinta.

Questa fase dell'attività fumarolica di Vulcano può essere definita come un ampio respiro delle tensioni interne che manifestandosi superficialmente hanno portato alla formazione di lesioni e di gruppi fumarolici con un inizio più spiccatò per intensità termica ed ampiezza morfologica nell'interno del cratere e più particolarmente nel fianco immediatamente vicino alla bocca 1888-90. In seguito le manifestazioni si sono svolte orientandosi sempre più verso l'esterno, mantenendone però il massimo all'origine dove i gas arrivarono a fuoriuscire ad oltre 600°. Di più tale amplificazione, anzichè limitarsi alla zona craterica della Fossa, s'allargò verso plaghe più periferiche pur sempre

contigue, con la formazione della nuova zona fumarolica di Lentia e con l'accentuazione delle manifestazioni già presenti lungo il Porto di Levante presso i Faraglioni.

Nel loro complesso, gruppi fumarolici e lesioni si sono manifestati principalmente sulla radiale nord del cratere, ampliandosi sempre più verso settentrione, rivelando ancora una volta l'importanza che per Vulcano ha questa direzione che rappresenta la continua deambulazione del suo asse eruttivo nel complesso degli edifizi vulcanici dell'Isola e che alla Fossa ripete la sua funzione in minor proporzioni.

Vulcano a condotto chiuso e quindi a magma acido, il nostro presenta fenomeni solfatarici con particolarità di sviluppo ben differenti dai fenomeni compresi sotto lo stesso nome e presentati da centri basici. A Vulcano è da immaginare un magma vischioso, incuneatosi nell'edifizio che resta mantenuto superficialmente in una fase di intensa esalazione gassosa finchè il raffreddamento chiude lo sbocco ai gas od i gas cessando di arrivare dal profondo aiutano il raffreddamento della massa lavica. L'intrusione magmatica si consolida nella formazione di un semplice dicco salvo quel verificarsi nella progressiva mutevolezza delle condizioni fisico-chimiche di una casualità capace di dar luogo ad un riacutizzarsi dell'attività con un seguito magari di fenomeni cosiddetti « esplosivi » con o senza fuoriuscita di magma probabilmente assai vischioso. A determinare un siffatto sviluppo può intervenire una nuova somministrazione energetica dal profondo.

Ritornando all'esalazione quale si è presentata allo studio si è visto come essa sia ricchissima di vapor acqueo e come questo vapor acqueo difficilmente pare di origine immediata superficiale ; si è visto come sia scarsa di acido cloridrico ed invece abbastanza solfidrico-solforosa con aliquote quasi eguali di questi due gas, tanto da far pensare di poterne riportare l'origine alla scissione del protocloruro di solfo per opera del vapor acqueo, reazione che soddisfa qualitativamente e quantitativamente. La presenza dei due gas facilmente reciprocamente riducibili è stata causa della formazione nei meandri interni di depositi di solfo che lo

spostamento centrifugo delle isogeoterme locali durante l'incremento dell'attività fumarolica (e solo in questa fase) ha fatto rifondere e quindi traboccare all'esterno. È stata pure constatata una discreta radioattività dei gas dovuta ad emanazione di Radio.

Nel raccogliere queste note frutto di un non lieve onore personale durante molti mesi di permanenza nell'isola, ho cercato nei limiti del possibile di elaborarle per dare ad esse maggiore unità. Aggiungo che con il mio modesto contributo ho voluto portare l'attenzione di un chimico in un campo dove i chimici non si interessano tanto come vorrebbe il carattere dei fenomeni, lieto di più che questa attenzione si sia rivolta ad un vulcano che all'interesse dello studio accomuna la bellezza di uno dei più meravigliosi paesaggi del nostro paese.

Torino, 1938 - XVII.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) MERCALLI e SILVESTRI. — *Le eruzioni dell'Isola di Vulcano incominciate il 3 agosto 1888 e terminate il 22 marzo 1890.* Annali Ufficio Centrale Meteorologia e Geodinamica. Volume X, P. IV, 1888.
- (2) DE FIORE O. — *Vulcano (Eolie).* Napoli, 1922.
- (3) PLATANIA G. i. — *Un'escursione a Vulcano ed a Salina.* Pubblicazioni dell'Istituto di Geografia Fisica e Vulcanologia della R. Università di Catania. N.<sup>o</sup> 8, Acireale, 1918.
- (4) ——— — *Vulcano (Eolie) nel settembre del 1916.* Boll. Soc. Sismologica Ital., 1920-21, Vol. XXIII.
- (5) MORI A. — *Un'escursione al Cratere di Vulcano.* Rivista Geografica italiana, Anno XXVI, 1919.
- (6) MALLADRA A. — *Etna, Vulcano, Stromboli nell'estate 1921.* Napoli, 1922.
- (7) ROCCATI A. — *Alcune osservazioni fatte nell'Isola di Vulcano.* Boll. Soc. Geologica Italiana, vol. 44, 1925.
- (8) ZAMBONINI F., DE FIORE O., CAROBBI G. — *Su un solfobismutito di Piombo di Vulcano (Isole Eolie).* Rend. della R. Accad. delle Scienze Fisiche e Naturali di Napoli. Serie III, vol. 31, 1925.

- (9) DE FIORE O. — *Brevi note sull'attività di Vulcano (Isole Eolie) dal 1890 al 1924.* Bulletin Volc., 1924, n.<sup>o</sup> 2.
- (10) DESSAU G. — *Nuovi studi su Vulcano.* La Rivista Scientifica, Anno V, vol. I, n.<sup>o</sup> 11-12, Roma.
- (11) ——— — *Un rilievo topografico dell'isola di Vulcano.* Boll. Soc. Geologica Italiana, vol. 53, Roma, 1934.
- (12) IMBÒ G. — *Sulle osservazioni termiche di funarole nell'Isola di Vulcano.* Annali del R. Osservatorio Vesuviano, Serie IV, vol. 3<sup>o</sup>, (1931-33).
- (13) SICARDI L. — *Stromboli e Vulcano nell'agosto 1937.* Atti Soc. Scienze Naturali. Vol. LXXIX, Milano, 1940.
- (14) GINORI CONTI P. — *L'attività endogena quale fonte di energia.* R. Accademia Lincei, 1938.

N. B. — Nel lavoro del DE FIORE (2) è raccolta una completa bibliografia dell' Isola.

TABELLA 1

Anno	Mese	AUTORE	GRUPPO II			Gruppo VI
			A	B	C	
1913	9	DE FIORE . . . . .	110°	110°	—	110°
Prima emissione di solfo e formazione delle fratture A-B						
1916	10	PLATANIA . . . . .	410°	373°	—	?
1916	10	DE FIORE . . . . .	416°	352°	—	140°
Si allunga e si allarga il ramo esterno di B						
1918	3-4					Seconda emissione di solfo
1918	7	MORI . . . . .	?	>335°	—	?
1921	8					Terza emissione di solfo
1921	8	MALLADRA . . . . .	536°	373°	—	170°
1921	9	DE FIORE . . . . .	550°	396°	—	145°
1922	1-5	SICARDI . . . . .	?	385°	—	155°
1922	8	ROCCATI . . . . .	?	390°	—	?
1922	12					Formazione del gruppo C
1923	2	SICARDI . . . . .	560°	480°	214°	216°
1923	5					Quarta emissione di solfo
1923	6	» . . . . .	580°	475°	240°	235°
1924	10	DE FIORE . . . . .	615°	555°	?	210°
1430	11	IMBÒ . . . . .	364°	?	?	99°
1932	5	» . . . . .	388°	238°	?	97°
1933	3-4	DESSAU - BERNAUER	465°	227°	275°	103°
1937	8	SICARDI . . . . .	100°	170°	100°	100°

TABELLA 2

(DEVILLE 1855-56)

Gas	ZONA CRATERICA					ZONA FARAGLIONI	
	INTERNO CRATERE			Gruppo VI		Acqua Bollente	
	327°	200°	60°	94°		82°	25°
HCl							
SO <sub>2</sub>	39.13	27.50	6.8	6.5	62.3	89.2	
H <sub>2</sub> S	—	—	—	—	—	—	83.1
CO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	6.4
N	12.79	5.76	5.2	5.9	6.3	—	12.1
Aria	48.08	66.74	88.0	87.6	30.4	10.8	3.3

TABELLA 3

(FOUQUÉ 1865)

Gas	ZONA CRATERICA : INTERNO DEL CRATERE					
	360°	250°	250°	150°	100°	100°
HCl	73.80	66.00	34.0	27.19	7.3	
SO <sub>2</sub>	tr.	10.00	12.0	—	10.7	tr.
H <sub>2</sub> S	23.40	12.00	28.0	59.62	68.1	63.59
CO <sub>2</sub>	0.33	0.60	2.7	2.72	1.1	1.75
N	2.47	11.40	23.3	10.47	12.8	34.66
Aria						

TABELLA 4

(FOUQUÉ 1865)

Gas	ZONA DEI FARAGLIONI					
	Aequa Bollente 86°	Spiaggia 40°-50°	mtr.	50	200	250
				dall'Aqua	Bollente	
H <sub>2</sub> S	17.55	tr.		tr.	0.00	0.00
CO <sub>2</sub>	77.02	97.12		86.76	72.34	38.79
N	2.10	0.60		4.25	17.52	43.17
Aria	3.33	2.28		8.99	10.14	18.04

TABELLA 5

(DE FIORE 1921)

Gas	ZONA CRATERICA						PENDICI EST DEL CONO		ZONA FARAGLIONI			
	Frattura B				Gruppo VI				Acqua Calda			
	396°	350°	350°	375°	145°	99°	100°	98°	100°	65°	45°	40°
HCl	0.8	tr.	tr.	tr.	—	—	—	—	—	—	—	—
SO <sub>2</sub>	75.2	20.0	16.0	15.0	12.0	—	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> S	—	—	—	—	tr.	—	3.0	tr.	2.0	tr.	—	—
CO <sub>2</sub>	22.0	78.0	82.5	82.0	84.5	99.0	96.0	99.5	96.5	99.0	99.0	99.5
N	2.0	2.0	1.5	3.0	2.7	1.0	1.0	0.5	1.5	1.0	1.0	0.5

TABELLA 6

(SICARDI 1923)

ZONA FARAGLIONI	Temperatura		Analisi Max			Analisi Min.			
	Nuclei	Max	Min.	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CO <sub>2</sub>	
a . . .	80°	78°	—	1.4	96.7	1.9	0.4	97.6	2.0
b . . .	99°	97°	—	5.9	92.1	2.0	0.5	97.7	1.8
S . . .	100°	97°	—	8.1	90.2	1.7	4.2	94.3	1.5
N . . .	100°	97°	—	8.4	90.1	1.5	4.2	94.0	1.8
Porticello .	100°	—	—	4.2	94.0	1.8	—	—	—
Istmo (B) .	40°	—	—	3.8	94.0	2.2	—	—	—
Acqua Calda	100°	96°	—	4.3	93.7	2.0	2.2	95.6	2.2

TABELLA 7

(SICARDI 1923)

Gas	ZONA CRATERICA					PENDICI N. DEL CONO	
	Gruppo C		Gruppo VI				
	480°	237°	104°	99°	217°		
HCl . . .	1.7	1.5	—	—	—	—	
SO <sub>2</sub> . . .	21.2	18.9	18.2	6.3	15.4	—	
H <sub>2</sub> S . . .	20.0	17.3	17.0	11.0	13.4	2.9	
CO <sub>2</sub> . . .	55.2	59.6	62.4	80.6	69.6	95.2	
N . . .	1.9	2.7	2.4	2.1	1.6	1.9	

TABELLA 8

(SICARDI 1923)

Gas	ZONA CRATERICA: GRUPPO VIII						PENDICI W DEL CONO 99°	ZONA DI LENTIA 100°
	99°	99°	98°	96°	86°	74°		
SO <sub>2</sub>	2.6	1.9						
H <sub>2</sub> S	2.1	1.5	1.1	1.7	0.3			
CO <sub>2</sub>	93.7	94.7	96.9	95.9	97.8	97.9	98.0	98.2
N	1.6	1.9	2.0	2.4	1.9	2.1	2.0	1.8

TABELLA 9

(SICARDI 1937)

Gas	FUMAROLE		
	B		C
	170°	138°	99.5
HCl . . .	0.2	0.2	—
SO <sub>2</sub> . . .	6.3	3.0	1.6
H <sub>2</sub> S . . .	5.5	2.2	0.4
CO <sub>2</sub> . . .	86.0	92.3	96.2
N . . .	2.0	2.3	1.8

TABELLA 10

(SICARDI 1923)

FUMAROLE	T°	Unità Mache	Gr. H <sub>2</sub> O litro gas anidro	Portata media ora, cmq.		Superficie esalante mq.	MC H <sub>2</sub> O emossi ora
				Gas l. anidri	H <sub>2</sub> O Kg.		
CRATERE .	480°	22.4	22	50	1.100	5.00	55.00
	237°	21.6					
FARAGL .	100°	15.9	183	7	1.281	0.10	1.28
	100°	16.1					
LEVANTE .	98°	15.0					
	100°	166.6	161	5	0.805	0.05	0.40
LENTIA .	100°	158.3					
	99°	159.6					

## INDICE DELLE TAVOLE

### TAV. I

**L' Isola di Vulcano.** — Scala 1 : 50.000. È una riduzione della carta appositamente ridisegnata dal DE FIORE sul rilievo dell'I. G. M., inserita nel volume « Vulcano » dello stesso autore.

### TAV. II

**Zona e gruppi fumarolici di Vulcano.** La cartina è ricavata dalla precedente, salvo per il Cratere della Fossa disegnato completamente con la recente cartina del DESSAU (II).

### TAV. III

**La zona fumarolica dei Faraglioni di Levante.** Cartina ricavata direttamente dall'A. e riportata in scala 1 : 2000.

### TAV. IV

**Le fumarole del Cratere della Fossa di Vulcano.** La cartina è interamente ricavata dal rilievo del DESSAU. Su di essa sono riportati gli aggruppamenti fumarolici quali ho potuto io stesso riconoscere negli anni 1922, 1923, 1937.

### TAV. V

**Andamento termico delle fumarole della Fossa di Vulcano (1913-1937).** Su di un profilo N-S della Fossa, costruito in base alla cartina della Tav. IV, sono stati riportati i principali aggruppamenti fumarolici della Fossa, entro e fuori il cratere. Le linee intere disegnate nei diagrammi riportano la distribuzione delle temperature nella fase termica ascendente, per il mese ed anno di osservazione segnato in corrispondenza di ciascun diagramma.

Le linee tratteggiate si riferiscono invece alla fase di decrescenza dell'attività fumarolica.

### TAV. VI

Fig. 1. — **Il Monte della Fossa da Vulcanello.** La foto è presa dal basamento lavico sud di Vulcanello e offre la visione di una parte del Monte della Fossa con i crateri avventizi della Forgia Vecchia. In basso l'arco del Porto di Levante

con le fumarole dell'Acqua Calda e del Porticello e con i Faraglioni. In alto, sulla Fossa, le fumarole del gruppo VI (a sinistra) e del gruppo VII (a destra), separate dalla colata delle Pietre Cotte. Più sopra ancora le fumarole della frattura B sulla pendice esterna del cratere.

Fig. 2.— **Le fumarole dei Faraglioni di Levante.** È riprodotto il nucleo S ai piedi del Piccolo Faraglione.

TAV. VII

Fig. 3.— **Le fumarole dell' Acqua Calda e del Porticello.** Le fumarole sono situate sulla spiaggia del Porto di Levante a nord del Faraglione Piccolo, che si scorge al fondo della foto.

Fig. 4.— **La fumarola dell' Acqua Calda.** È il conetto effimero di cui si fa cenno nel testo.

TAV. VIII

Fig. 5.— **Il Cratere della Fossa.** Foto panoramica presa dall' orlo sud del cratere sopra le fumarole del gruppo V. A NE, sul fondo craterico, la bocca 1888-1890 da cui partono le fumarole del gruppo I, accentuate poi nei maggiori aggruppamenti superiori A e B, del gruppo II.

Fig. 6.— **La frattura B ed il Gruppo VI.** Proseguimento oltre l' orlo craterico, verso l'esterno rispetto alla foto precedente. Si notano i residui degli antichi anelli craterici. La foto è del 1922, come le precedenti, sicché manca il gruppo C nella prima valletta sul prolungamento di B.

TAV. IX

Fig. 7.— **Le fratture A e B.**

Fig. 8.— **Le fratture A e B.**

Vedute dall' interno W del cratere (1922).

TAV. X

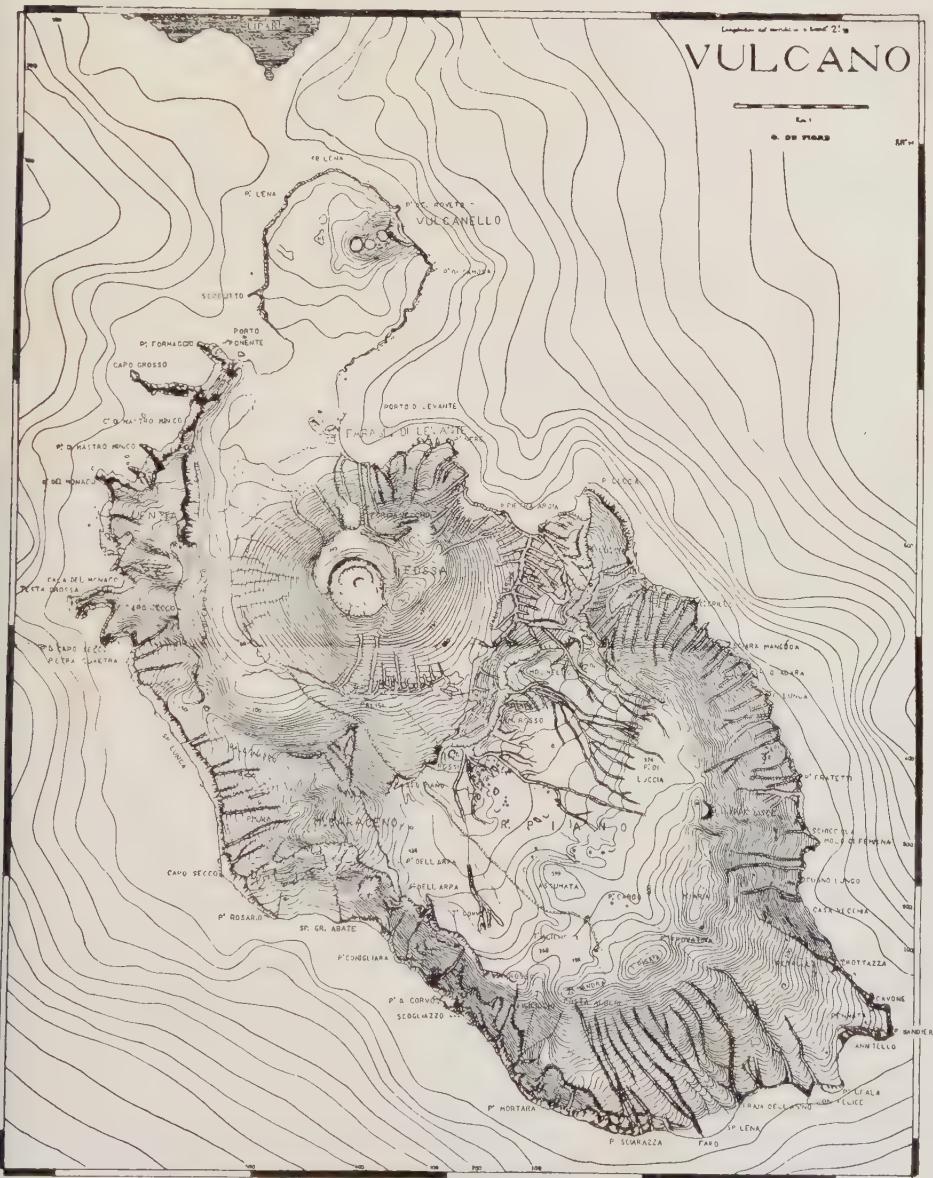
Fig. 9.— **La frattura B ed il gruppo C (1923).** Ramo esterno della frattura B con il gruppo C in basso ed altre fumarole sparse quasi a corona attorno alla frattura B.

Fig. 10.— **Vulcanello e l' Isola di Lipari dalla Fossa.** La foto nella sua visione panoramica comprende in basso la zona coltivata, i Faraglioni, i due Porti di ponente e di levante e Vulcanello più a Nord. Oltre il canale delle Bocche di Vulcano si scorge l' Isola di Lipari.

Sul monte a destra le fumarole del gruppo VII.



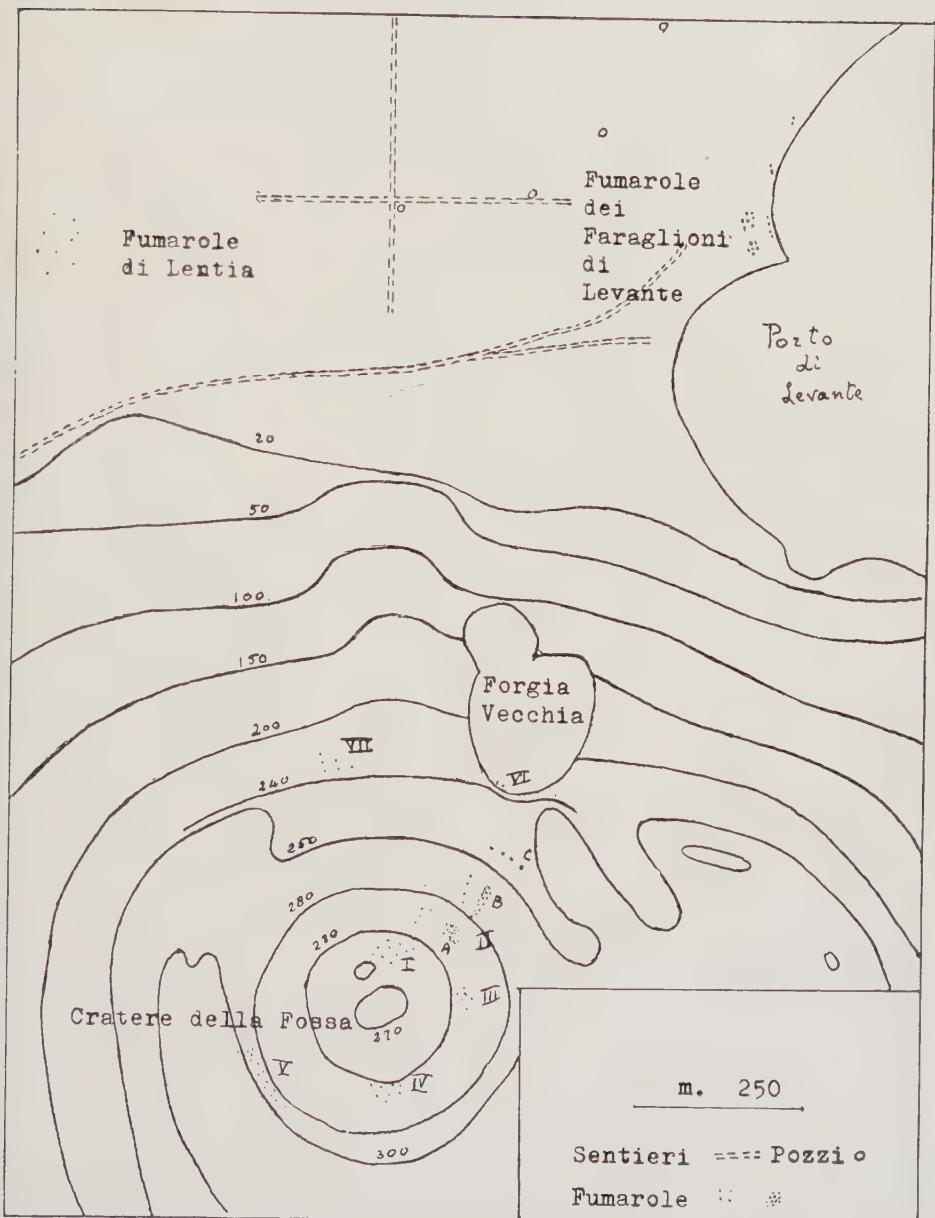
SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



## L'isola di Vulcano.



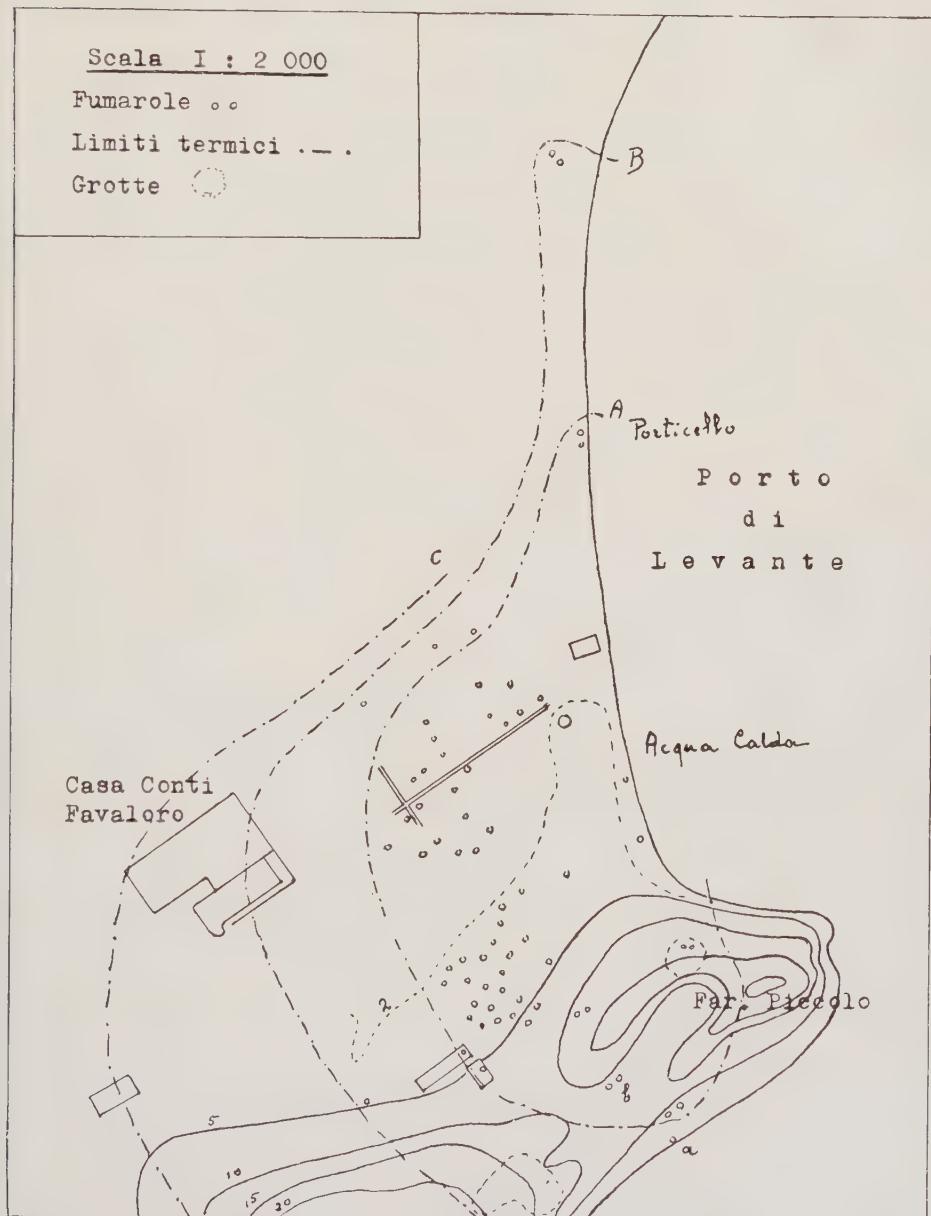
L. SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Zone e gruppi fumarolici di Vulcano.



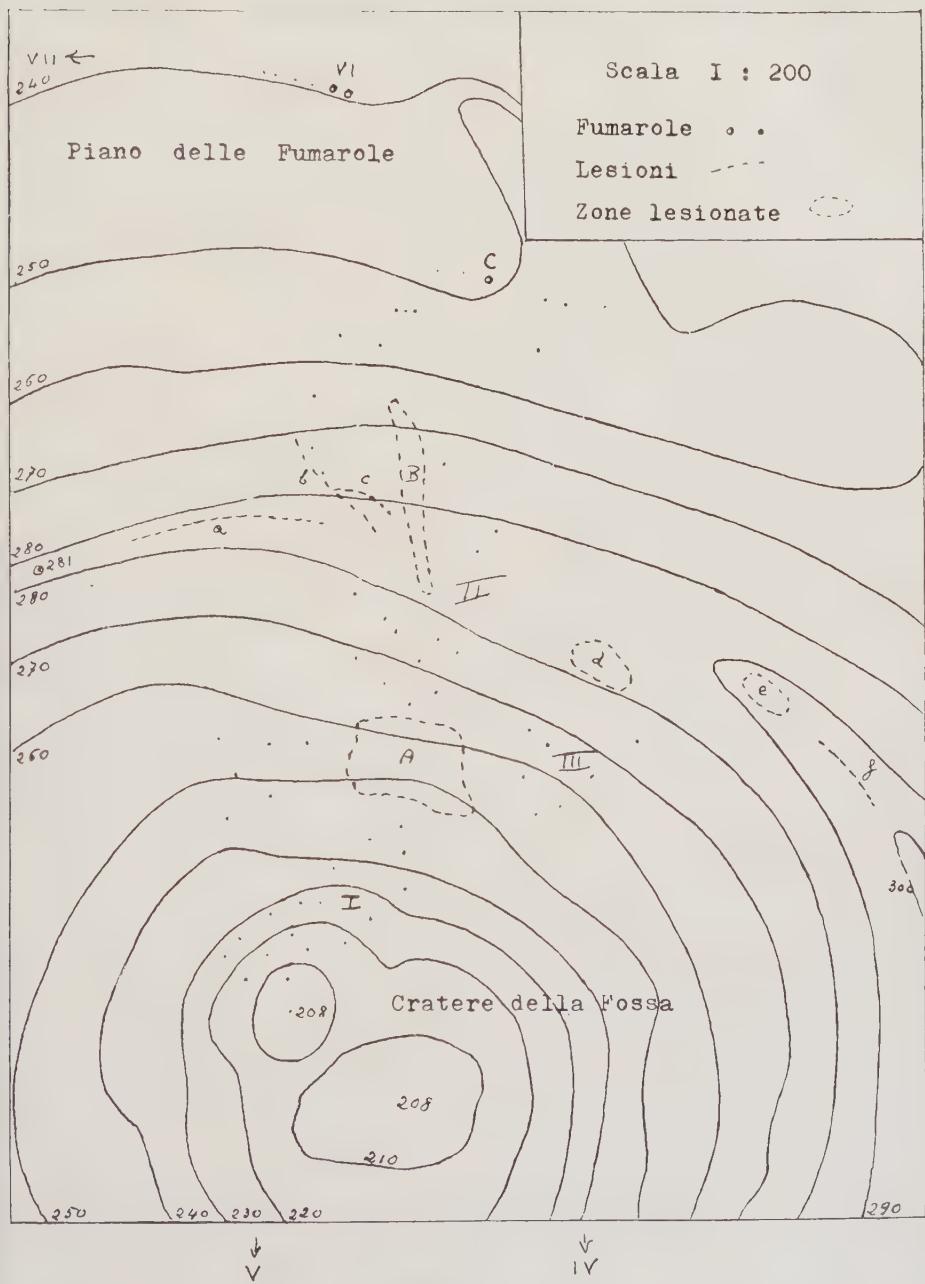
L. SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



La zona fumarolica dei Faraglioni di Levante.



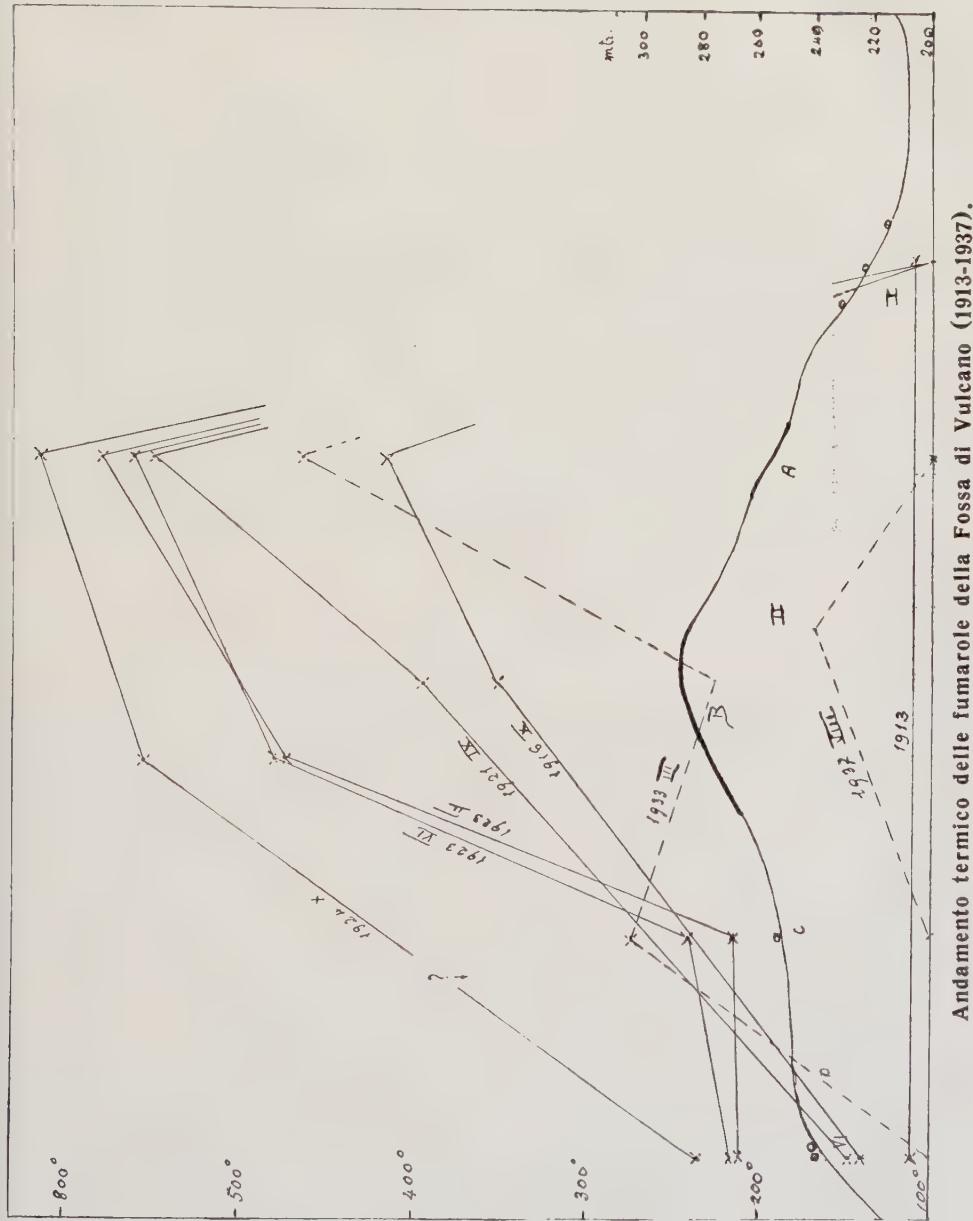
SICARDI — Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.



Le fumarole del Cratere della Fossa di Vulcano.



L. SICARDI — Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.



Andamento termico delle fumarole della Fossa di Vulcano (1913-1937).



SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Fig. 1. — Il Monte della Fossa, da Vulcanello.



Fig. 2. — Le Fumarole (S) dei Faraglioni di levante.



SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Fig. 3. — Le Fumarole dell'Acqua Calda e del Porticello.



Fig. 4. — La Fumarola dell'Acqua Calda.



SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Fig. 5. — Il Cratere della Fossa (da sud).



Fig. 6. — La Frattura B ed il Gruppo VI.



SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Fig. 7. — Le Fratture A e B (Gruppo II).



Fig. 8. — Le Fratture A e B (Gruppo II).



SICARDI — *Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano.*



Fig. 9. — La Frattura B ed il Gruppo C.



Fig. 10. — Vulcanello e l'Isola di Lipari dalla Fossa.



## Stronzio e bario nella composizione d' una lava dell'Etna

Nello studio chimico delle rocce eruttive non si dà, forse, il dovuto rilievo alla presenza di alcuni elementi i quali entrano nella composizione chimica delle stesse rocce, ma solo saltuariamente ed in quantità piuttosto esigue. Se di questi elementi si fa menzione, talvolta, nelle analisi ciò dipende più dalla scrupolosità dell'analista che da un determinato proposito di far luce sui rapporti che possono sussistere fra tali elementi e le rocce che li contengono.

Da quando, però, la geochimica ha schiuso nuovi orizzonti alla ricerca, non è più possibile negare la dovuta attenzione anche a questi elementi, che potrebbero dirsi minori. Ed è il caso di riferirsi al pensiero di H. S. HILLEBRAND<sup>1)</sup> il quale (appunto a proposito dell'importanza dello studio di tali elementi accessori nella composizione chimica delle rocce delle varie regioni della Terra) così ebbe ad esprimersi :

« Surely the concentration of certain chemical elements in certain petrographic zones has a significance which future geologists will be able to interpret, if those of today are not ».

Queste ricerche rivestono un particolare interesse nel caso dei prodotti dei vulcani attivi ; esse daranno un contributo non indifferente per la conoscenza della chimica dei magmi e — in tal senso — toccano dei problemi che investono l'essenza stessa del vulcanismo.

L'Etna offre condizioni molto favorevoli per queste indagini ; però pochi dati abbiamo finora sulle lave del vulcano siciliano. Poche notizie furono date da H. S. WASHINGTON<sup>2)</sup> e dai suoi collaboratori, i quali rivolsero la

1) H. S. HILLEBRAND. *The analysis of silicate and carbonate rocks*. Washington, 1919, p. 22.

2) H. S. WASHINGTON, M. AUROUSSEAU, M. G. KEYES. *The lavas of Etna*. Amer. Journ. of Science, XII, 1926. p. 371.

loro attenzione alla ricerca, nelle lave, dello zirconio, del cromo, del bario e dello stronzio.

Su 18 esemplari di rocce etnee analizzate essi riscontrarono la presenza di  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  solo eccezionalmente ed in semplici tracce; mentre il cromo è sempre presente nella magnetite che è contenuta in ogni lava (con percentuali di  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  comprese tra 0,20 e 0,50).

Ancora i geofisici della Carnegie Institution hanno posto in evidenza, in 4 casi, l'esistenza di  $\text{ZrO}_2$  con percentuali comprese tra 0,01 e 0,07. Per quanto riguarda  $\text{BaO}$ , in 5 analisi esso è stato riscontrato con percentuali comprese tra 0,07 e 0,16; mentre  $\text{SrO}$  figura in una sola fra 18 analisi e con appena il 0,03 per cento.

Per limitarmi allo stronzio ed al bario ho potuto notare che la presenza di questi due elementi nelle lave dell'Etna è più comune di quanto non si pensi. Le percentuali di  $\text{SrO}$  e  $\text{BaO}$  riscontrate in alcune analisi raggiungono valori più alti di quelli testè citati e tali da suggerire l'opportunità di più attente ricerche.

La lava dell'Etna che finora mi abbia rivelato il più alto tenore di questi due elementi è quella delle proiezioni scoriacee dovute alle esplosioni interne del Cratere Centrale del novembre 1939. La sua composizione è la seguente:

$\text{SiO}_2$	48.20 %
$\text{TiO}_2$	1.54
$\text{Al}_2\text{O}_3$	17.62
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	4.39
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	tr.
$\text{FeO}$	6.67
$\text{MnO}$	0.16
$\text{MgO}$	4.63
$\text{CaO}$	9.80
$\text{SrO}$	0.23
$\text{BaO}$	0.08
$\text{Na}_2\text{O}$	4.79
$\text{K}_2\text{O}$	1.28
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.33
$\text{H}_2\text{O}$	0.03
<hr/>	
Somma	99.75

Un'altra lava contenente quantità sensibili di SrO (ma solo poco più che tracce di BaO) è quella con fenocristalli d'anortite dei Monti della Ciacca. Essa si distingue dalle comuni lave dell' Etna per i suoi grandi fenocristalli di un plagioclasio dalla composizione vicina a quella dell' anortite pura ( $Ab_9 An_{91}$ ) ; tali fenocristalli, quasi scevri d'inclusioni, spiccano, bianchi, sul fondo grigio-nero della lava. In questa si notano ancora scarsi individui d' olivina e rari e piccoli individui di augite. La massa fondamentale è formata da microliti plagioclasici insieme con numerose lamelle di plagioclasi del secondo tempo, granuli d' augite e di magnetite ; il tutto cementato da una pasta torbida, poco abbondante.

L' analisi di questa lava ha dato :

SiO <sub>2</sub>	47.69 %
TiO <sub>2</sub>	1.53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	tr.
FeO	5.70
MnO	0.12
MgO	5.85
CaO	10.41
SrO	0.18
BaO	0.05
Na <sub>2</sub> O	3.54
K <sub>2</sub> O	0.77
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.39
H <sub>2</sub> O—	0.09
H <sub>2</sub> O+	0.07
<hr/>	
Somma	99.96

Poichè tutti i costituenti della roccia possono avversi in uno stato di sufficiente purezza, tanto i minerali in fenocristalli quanto la magnetite (da estrazione con la calamina) sono stati analizzati separatamente, tenendo di mira

la distribuzione dello stronzio (ed eventualmente del bario) tra i diversi costituenti della lava stessa.

La composizione dell'anortite, riportata in un precedente lavoro<sup>1)</sup>, è la seguente :

$\text{SiO}_2$	45.39
$\text{Al}_2\text{O}_3$	34.17
$\text{FeO}$	1.18
$\text{CaO}$	18.09
$\text{SrO}$	0.13
$\text{BaO}$	tr.
$\text{MgO}$	0.07
$\text{Na}_2\text{O}$	1.03
$\text{K}_2\text{O}$	0.02
$\text{H}_2\text{O}$	0.36
Somma	100.44

Le analisi dei fenocristalli di olivina e di quelli relativamente rari di augite, hanno dato rispettivamente i seguenti risultati :

	Olivina	Augite
$\text{SiO}_2$	39.09	48.39 %
$\text{TiO}_2$	0.17	1.08
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0.05	5.43
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	4.32	4.22
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	—	tr.
$\text{FeO}$	14.46	3.67
$\text{MnO}$	0.34	0.07
$\text{MgO}$	40.97	14.50
$\text{CaO}$	0.19	21.75
$\text{SrO}$	—	—
$\text{BaO}$	—	tr.
$\text{Na}_2\text{O}$	n.d.	0.79
$\text{K}_2\text{O}$	n.d.	0.03
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.08	0.07
$\text{H}_2\text{O}$	0.03	0.24
Somme	99.70	100.24

1) F. STELLA STARRABBA, Anortite dei Monti della Ciacca. Boll. Acc. Gioenia, 1923.

E per la sostanza magnetica, estratta con la calamita, costituita essenzialmente da magnetite ma non scevra da impurezze di altri minerali della stessa lava, si ebbe :

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	39.68 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.89
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.16
CaO	1.43
SrO	—
BaO	—
MgO	5.31
FeO	30.64
MnO	0.39
TiO <sub>2</sub>	9.06
SiO <sub>2</sub>	6.83
 Somma	 100.39

Le esigue quantità di BaO riscontrate nella roccia e le tracce notate nelle analisi dei costituenti escludono la possibilità di affrontare il problema della distribuzione del bario tra i diversi costituenti. Per procedere a sicure determinazioni quantitative, bisognerebbe far ricorso a metodi di maggiore delicatezza e precisione, in confronto di quelli disponibili.

Non così per lo stronzio ; le quantità di SrO rilevate dalle analisi permettono di arrivare a qualche conclusione di massima.

L'augite della lava contiene il 21.75 per cento di CaO ; essa è il solo costituente della roccia che contenga CaO in così larga misura : doppia di quella della lava. Ma (in contrasto con la normale tendenza di Sr ad associarsi con Ca) quest'augite è risultata all'analisi esente di stronzio. Risulta evidente la incompatibilità fra lo Sr ed i silicati che entrano nella costituzione dell'augite.

Esenti di stronzio si sono rivelati all'analisi l'olivina e la magnetite ; la sensibile quantità di CaO contenuta in quest'ultima è da attribuire alle impurezze del minerale, intimamente associato al pirosseno.

Il tenore di SrO dei fenocristalli d'anortite (0.13%) per quanto tenue dà tuttavia la certezza che lo stronzio prende parte alla composizione del plagioclasio della prima generazione.

Però, alquanto più alto è il contenuto di SrO rivelato dall' analisi della lava « in toto ». Considerando che circa il 40 % del volume della roccia è dato dai costituenti non feldspatici (privi di SrO) e che il feldspato si limita al rimanente 60 %, bisogna spiegare il più alto tenore di SrO della lava con l'attribuire una maggiore ricchezza di stronzio a quegli elementi plagioclasici della lava stessa che possiamo dire della seconda generazione ed ai microlitici. La loro composizione è compresa fra quelle della bytownite e della labradorite, dato che all'estremo più albitico della serie si vedono rappresentati, in un certo numero, individui con birifrazione di segno positivo.

La separazione dal magma originario di questi plagioclasi stronziferi fa presupporre in esso l'esistenza d'un silicato contenente Sr, atto a dare miscele nei fenocristalli dell'anortite, ad un estremo, e nei plagioclasi più ricchi di albite delle generazioni successive. Nulla vieta di riconoscere in questo silicato la stronzianortite  $\text{SrO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , della quale sono note le strette analogie chimiche e morfologiche con l'anortite e la capacità di dare con questa cristalli di miscela in tutte le proporzioni<sup>1)</sup> e<sup>2)</sup>.

La maggiore concentrazione di SrO nei plagioclasi della massa fondamentale (ossia di ultima formazione) mostra che nella segregazione dei cristalli di miscela di  $\text{SrO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  la presenza della terza componente esercita una influenza ritardatrice nella separazione della prima.

L'esame, poi, d'un congruo numero di lave dei centri eruttivi sparsi da per tutto, sui fianchi dell'Etna, dirà se è possibile tracciare una « topografia » di questi elementi

1) W. EITEL. *Physikalische Chemie der Silikate*, 1929, p. 335.

2) P. ESKOLA. Amer. Journ. of Science (8), IV, 1922, p. 364.

(non sempre ed in egual misura presenti nelle lave) nei confronti dell'edifizio del vulcano.

### Riassunto

L'A. segnala la presenza di sensibili quantità di SrO e BaO in alcune lave dell'Etna e, per una di queste, indica in qual modo lo stronzio è distribuito fra i diversi costituenti della roccia.



F. CASTALDI

## I Crateri di Quarto

(Con 2 figure nel testo e 6 tavole)

### INDICE

Introduzione . . . . .	p. 149
I materiali . . . . .	» 153
Tettonica . . . . .	» 160
Relazioni con i vulcani limitrofi . . . . .	» 176
Relazione del cratere di Quarto con Pianura . . . . .	» 179
Relazione col cratere di Fondo Pisano . . . . .	» 187
Relazione col cratere di Montagna Spaccata . . . . .	» 191
Cronologia degli apparati del III periodo . . . . .	» 197
Morfologia . . . . .	» 202
Cratere di Pisano . . . . .	» 203
Cratere di Montagna Spaccata . . . . .	» 204
Cratere di Quarto . . . . .	» 206
Conclusione . . . . .	» 208

### Introduzione

Ἐν οἷς δὲ ἐμπέν τὸ ζῆν καὶ μῆ.  
EUR.

I Campi Flegrei sono noti fin dall'antichità per le manifestazioni vulcaniche, che si rinvengono in tutta la regione, onde meritarono l'appellativo di infuocati dai primi coloni greci. Dall'alto della terrazza panoramica dei Camaldoli si distende ai nostri occhi, in tutta la sua ampiezza, questa meravigliosa plaga, tormentata dall'igneo calore, le cui manifestazioni esplosive, che hanno eruttato prevalentemente materiale frammentario, e poco lavico, originarono una vasta e complessa congregazione di vulcani, ora estinti, che dauno leggiadria e amenità al territorio, tanto da segnalarlo, in ogni epoca, fra i più belli e ricercati di tutta la terra.

Napoli, Cuma, Miseno, comprese le isole di Ischia, Procida e Vivara, segnano i confini della zona, ma gli antichi ne estesero l'ampiezza dal Volturro al Vesuvio. Così POLIBIO, STRABONE e DIODORO SICULO, ai quali dobbiamo le prime descrizioni. Nelle età più prossime a noi, moltissimi naturalisti rivolsero la loro indagine allo studio delle origini geologiche dei singoli apparati. La bibliografia è vastissima, ma il metodo ed il sistema delle ricerche sono dovuti alla non comune perizia ed all'ingegno acuto e sagace di Giuseppe DE LORENZO. Da lui sono stati pubblicati parecchi volumi su Vivara, su Astroni, su i crateri di Miseno, di Nisida, sul Gauro, su Fossa Lupara ed uno studio sintetico e comparativo di tutta l'attività vulcanica dei Flegrei. Secondo il suo metodo e il suo sistema continuarono le ricerche STELLA STARRABBA per il cratere di S. Teresa e il D'ERASMO per i crateri di pozzolana.

A N della zona descritta si osserva un ampio argine, depresso e sbarrato ad Occidente, che delimita una vasta estensione pianeggiante, nota col nome di Piano di Quarto. Il materiale frammentario, che compone quest'argine, è di natura ignea e la sua origine è dovuta alle stesse manifestazioni esplosive, che costituirono gli altri apparati. Di Quarto si rinviene qua e là nell'opera del DE LORENZO qualche cenno sommario; altri scrittori tacciono o appena toccano, sorvolando, l'argomento. È per questo che l'abbiamo prescelto come oggetto della nostra indagine, condotta con lo stesso metodo e sistema del DE LORENZO. Nello svolgimento dell'indagine non abbiamo potuto prescindere da altri due apparati, che hanno stretta relazione col nostro, cioè Montagna Spaccata ed il cratere distoma di Pisano.

\* \* \*

William HAMILTON<sup>1)</sup>, a cui doppiamo le prime ricerche raccolte nel 1776 nella splendida opera « *Campi Phlegraei* », non solo tace sui vulcani da noi presi in esame, quanto,

<sup>1)</sup> HAMILTON W., *Campi Phlegraei*, Napoli, 1776.

per di più, non ne segna neppure gli argini craterici sulla carta panoramica della regione.

Pochi anni dopo, Scipione BREISLAK<sup>1)</sup>, il più diffuso illustratore di questi luoghi, accenna ad una descrizione del territorio, ma si limita soltanto a dire che esistono quattro crateri, cioè quelli di Campana, Pisano, Fosso Spianato e Fossa Lupara, ma nessun cenno alle relazioni ed alla cronologia.

Anche il GÜNTHER<sup>2)</sup> sorvola sull'argomento; soltanto, nello studio sulla regione imbrifera dei Camaldoli, ricorda le incisioni torrentizie, che drenano le acque nel Piano di Quarto.

Altrove, a proposito della ricostruzione dell' Arciagnano, osserva che una cresta congiunge il cono di Cigliano con quello di Astroni ed un'altra, che egli chiama « Pacifico Ridge » riunisce parimenti Astroni con la parte sud-occidentale dei crateri di Campana.

Il DE STEFANI<sup>3)</sup> dedica appena qualche cenno al cratere di Montagna Spaccata, che egli denomina di Campana, dal piano omonimo compreso tra il Gauro, il Cigliano e il breve argine di Montagna Spaccata. Ma noi preferiamo anche in questo adottare il nome usato dal DE LORENZO, per distinguere tale apparato da quello di Fossa Lupara, che lo SCACCHI ed il GÜNTHER dicono cratere di Campana.

A proposito, poi, del Piano di Quarto, si limita a dire che si tratta di uno dei più antichi crateri di esplosione e che gli orli sono formati esclusivamente di tufo grigio, con proietti e frammenti di lava, ossidiana e pomici.

Cenni più ampi sui tre vulcani si trovano negli studi del DE LORENZO. Nel suo lavoro di sintesi sul vulcanismo flegreo<sup>4)</sup>, a proposito di Quarto, dice che trattasi di un

1) BREISLAK S., *Topografia Fisica della Campania*, 1798.

2) GÜNTHER R. T., *The Phlegraean Fields*, Geogr. Journ., London, 1897.

3) DE STEFANI C., *Die Phlegräische Felder bei Neapel*, Eng. H. n. 156 « Petermanns Mitteil », 1907.

4) DE LORENZO G., *L'attività vulcanica nei Campi Flegrei*, Rend. R. Acc. Sc. Fis. e Mat., S. III, vol. X, Napoli, 1904.

cratere di esplosione del III periodo; di Montagna Spaccata ricorda la grossa fascia di scorie e bombe, che affiora dove la via romana ha inciso l'argine con una profonda trincea. Altrove 1) ritorna sull'argomento di Montagna Spaccata; annota la pendenza e la direzione degli strati; qualche cenno sul materiale è propriamente su quello venuto alla luce nello scavo per la galleria della Direttissima Roma-Napoli; osserva la forma, che è frammentaria a causa delle erosioni, e che nulla ci può dire sulla sua genesi.

Nei riguardi, poi, del bacino di Pisano, ricorda la Traversa di Campana sulla scorta del GÜNTHER, nel lavoro su Astroni 2); ritorna più ampiamente sull'argomento, più tardi, in un altro lavoro; ricostruisce in parte l'argine ed aggiunge qualche notizia di dettaglio 3).

Questa è tutta la bibliografia relativa ai crateri di Quarto; molto scarsa, in vero, e assolutamente mancante di memorie specifiche. Nè aggiungono altro di nuovo gli autori, che posteriormente sintetizzarono la descrizione dei Campi Flegrei. Solo nel DAINELLI 4) si rinviene qua e là qualche lievissimo accenno, in relazione a quanto già aveva detto il DE LORENZO.

Recentemente il PENTA 5), a proposito di una cupola di trachifonolite e di un banco di brecce rinvenuti nel cratere di Quarto, riassume le osservazioni geologiche e fa parola di un contatto tettonico fra tufo giallo e tufo grigio superiore ed attribuisce le formazioni al III periodo.

Era questo lo stato di conoscenza dei crateri di Quarto,

1) DE LORENZO G., *I crateri del M. Gauro*, Atti R. Acc. Sc. Fis. e Mat., S. II, vol. XVI, Napoli 1915.

2) DE LORENZO G., *Il cratere di Astroni*, Atti R. Acc. Sc. Fis. Mat., S. II, vol. XI, Napoli, 1902.

3) ID. *I crateri di Fossa Lupara*, Atti R. Acc. Sc. Fis. Mat., S. II, vol. XVI, Napoli, 1914.

4) DAINELLI G., *Guida della escursione ai C. F.*, Atti XI Congr. Geogr. Ital., Napoli 1930, vol. IV.

5) PENTA F., *Studio petrografico sulla trachifonolite cupolare e sul banco di brecce di Quarto*, Annali R. Osserv. Vesuv., vol. III, (1929-30), Napoli, 1934.

di Montagna Spaccata e di Pisano, quando abbiamo dato inizio alla nostra indagine. Tuttavia siamo convinti di non aver esaurita la ricerca *-ars longa-*, né presumiamo di aver sempre colpito nel giusto segno, quando abbiamo formulata un'ipotesi. Del resto « *si desint vires, est laudanda voluntas* » e pertanto confidiamo che gli studiosi di materia vulcanologica, leggendo queste pagine, le vogliano accogliere con benevolenza, ponendole accanto a quelle del Maestro, benchè si presentino, per la loro pochezza, come un granellino di sabbia « *in gurgite vasto* ».

## I materiali

Lo studio petrografico e mineralogico dei minerali, che costituiscono l'apparato di Quarto, non forma particolare oggetto d'indagine del presente lavoro, in quanto esso è rivolto alla tettonica del cratere di Quarto ed ai rapporti intercorrenti tra questo e gli altri vulcani limitrofi. Dameremo, quindi, brevi cenni sui materiali, che poi non differiscono sostanzialmente da quelli accuratamente e magistralmente studiati ed illustrati dal DE LORENZO per gli altri apparati erosivi.

Pertanto possiamo distinguerli nel modo seguente:

- a) Tufo grigio, che costituisce la massa fondamentale dei nostri vulcani.
- b) Scorie e proietti lavici, che si rinvengono nella fascia di Montagna Spaccata e nei crateri di Pisano.
- c) Tufo giallo, che appare in considerevoli depositi nel cratere di Montagna Spaccata ed in quello di Quarto.
- d) Trachifonolite cupulare, descritta e rinvenuta dal PENTA nell'argine del cratere di Quarto.

### a) Tufo grigio

Intendiamo con questo nome tutti i materiali frammentari che furono erutti non solo dalle bocche, che originarono i crateri di Quarto, di Montagna Spaccata e di Pisano, ma anche da quelle che originarono gli altri

apparati del III periodo. Prendono il nome dal fatto che nella maggior parte sono di colore grigio, sebbene tra essi si trovino talvolta strati di ceneri, pozzolane, scorie, pomici e lapilli di diverso colore.

Secondo la diversa provenienza, il tufo grigio, che si stende sull'ampia regione flegrea, non presenta sempre lo stesso carattere. Infatti i vari autori, che si sono occupati dello studio di questo tufo nelle diverse località della regione, come ABICH, DE LORENZO, RIVA, DE STEFANI, STELLA-STARRABBA, ecc. sono giunti con le loro ricerche al risultato, che le composizioni chimiche e mineralogiche variano poco. Ma il loro carattere fisico è sempre uguale, e per gli scopi del lavoro attuale esso è il più importante.

Ricopre la maggior parte del nostro territorio, e perciò secondo l'apparato che esso costituisce, prende il nome di:

- 1º) Tufo grigio di Pisano.
- 2º) Tufo grigio di Montagna Spaccata.
- 3º) Tufo grigio di Quarto.

#### 1.º — TUFO GRIGIO DI PISANO

A differenza di quello degli Astroni, descritto dal DE LORENZO e RIVA, che è abbastanza omogeneo e sciolto, tanto da non resistere all'erosione dell'acqua piovana, il tufo grigio di Pisano è fortemente pomicioso, e contiene numerosi materiali frammentari, che sono rimasti scolti in stato di accumulazione, quali ceneri, sabbie, pozzolane, lapilli, di diversi caratteri e di diverso colore.

Come il DE LORENZO ha osservato per l'analogo tufo del Monte Cigliano, anche nell'apparato in esame il tufo grigio degli strati più bassi ha acquistato compattezza maggiore, ma non tanta da potersi paragonare per questa al tufo giallo. Più incoerenti gli strati superiori. Questa differenza si nota in particolar modo al di sotto e al di sopra della fascia scoriacea che si stende lungo la parete settentrionale della bassa trincea, ai margini della strada carrozzabile, al di sotto di Torre Poerio.

2.<sup>o</sup> — TUFO GRIGIO DI MONTAGNA SPACCATA

Come per il cratere di Pisano, così anche per quello di Montagna Spaccata, le superfici dei recinti sono parzialmente ricoperte dai materiali di Fossa Lupara. Tuttavia, la distinzione tra quelli autogeni e quelli allogenici è data, nei crateri di Pisano, dalla sezione che offre la trincea al di sotto di Torre Poerio; nel cratere di Montagna Spaccata, dalla sezione dovuta alla intaccatura, attraverso cui corre l'antica via Campana, da un'altra, a destra e a sinistra di chi procede verso Quarto, subito dopo l'intaccatura, e dal materiale venuto alla luce durante lo scavo del tunnel della Direttissima Roma-Napoli. Anche il tufo grigio di Montagna Spaccata è ricco di pomici, di varie dimensioni, di scorie, di numerosi proietti trachitici, di lapilli, di frammenti di tufo giallo, smussati agli angoli ed arrotondati dallo stesso atto esplosivo, alcuni dei quali ci ricordano, grosso modo, le pisoliti, benché sostanzialmente differiscano da queste, che hanno natura e genesi del tutto diverse. È interessante osservare in molte scorie ed in molti proietti la presenza di numerose lamelle di mica nera.

3.<sup>o</sup> — TUFO GRIGIO DI QUARTO

Meno pomicioso e meno ricco di inclusi, questo tufo si presenta più omogeneo di quello di Montagna Spaccata, tuttavia non mancano grossi e minimi frammenti di tufo giallo e di proietti trachitici.

*b) Scorie e proietti lavici*

La sezione naturale di Montagna Spaccata è stata già accuratamente studiata dal DECKE e dal DE STEFANI, e su questa ritorna ancora il DE LORENZO nel suo studio di Monte Gauro. Gli strati di scorie laviche sono composti di frammenti di lava, di ossidiana, lapilli, che, dal basso all'alto, presentano la seguente successione: scorie laviche

porose e fini, di colore bruno ; scorie laviche medie, di colore rosso ; scorie laviche più compatte e più grossolane, di colore rosso ; scorie laviche più compatte e più grossolane, di colore nero. Il DE LORENZO attribuisce i diversi colori alla quantità di ossido di ferro che contengono, e le dimensioni alla maggiore o minore forza dell'atto esplosivo. Così pure, per il loro carattere lavico, per le forme irregolari e per le dimensioni di quelle più grandi, egli fa notare che non possono essere state gettate da grandi profondità, ma che provengono dal lago di lava, che occupava il fondo del cratere.

Le scorie di Pisano sono depositate in uno strato che ha forte pendenza, e che s'immerge e continua al di sotto del livello stradale. La maggior parte di queste è pomiciosa, e leggerissima, ma non mancano quelle laviche, disposte qua e là tra le prime, entrambe di colore piceo. Mentre nelle scorie di Montagna Spaccata mancano bombe a crosta di pane, come quelle rinvenute nei materiali dei crateri di Fossa Lupara, nel banco in parola ne abbiamo rinvenute alcune, di piccole proporzioni, del diametro all'incirca di 12 cm., con crosta di ossidiana, mentre all'interno cambia il carattere, passando a scoria porosa. Frammisti alle scorie vi sono frammenti di ossidiana e di lava compatta.

#### c) Tufo giallo

Non ci intratterremo a descrivere i depositi di tufo giallo, che nell'argine di Montagna Spaccata non differiscono sostanzialmente dal comune tufo del II periodo. Lo stesso possiamo osservare per il cratere di Quarto. Soltanto un giacimento ha attirato la nostra attenzione, e propriamente quello in fondo all'argine, di fronte all'intaccatura di Montagna Spaccata, in contrada detta « Monticelli ». In questo deposito la stratificazione non sempre è visibile ; in una cava, che attualmente è sfruttata, da alcuni cenni di strati immergentisi verso l'esterno del cratere abbiamo potuto desumere che questi appartenessero alla quaquaversale esterna ; ma ciò che desta l'attenzione è la natura di questo

deposito, che si differenzia dal basso in alto, e da Est ad Ovest. Infatti dove la cava è in sfruttamento (Est), la parte superiore del deposito dalla superficie esterna ad una ventina di metri di profondità è composta di tufo per nulla compatto, che si sfarina facilmente, tanto da far nascere l'idea di una cementazione avvenuta per dilavamento delle acque. Il colore dell'impasto è di un giallo chiaro con numerosi inclusi di lapilli e pomicine, ampiamente chiazzato di giallo più scuro, dovuto a noduli di materiali spongioso ed incoerente, che si è andato cementando in seno alla pasta fondamentale. Al disotto, il tufo è molto più compatto e più adatto all'uso di costruzione, di colore più scuro e ricchissimo di inclusi, formati da pomici bollose e vetrose, fortemente soffiate, di tinta bruna ; di proietti lavici, ricchi di mica nera e di colore scuro, e di comuni proietti trachitici, di forma rotondeggiante, come si rinvengono qua e là nel tufo giallo, ed in ispecie a Porto Miseno. Spostandosi verso il lato Ovest del banco, il tufo assume una compattezza pressocchè singolare, tanto che occorre molta fatica per inciderlo con il piccone, e perciò il deposito si è dimostrato inadatto per lo sfruttamento di materiale da costruzione. Un'antica cava abbandonata è stata usata per abitazione di contadini, e questo è stato possibile perchè il tufo, per nulla poroso, si lascia molto poco attraversare dall'acqua di imbibizione. Al di sotto dell'ingresso a questa specie di casa ipogea, si distendono quattro o cinque larghi ed ampi gradoni incisi nel medesimo tufo, che meravigliosamente resiste all'usura e che, dove gli spigoli vivi sono arrotondati dal continuo passaggio, assume a prima vista l'aspetto di pietra viva. Mancano del tutto gl' inclusi ; però alla superficie, per alcuni tratti, la tinta giallo-paglina ha assunto un colorito bruno, per alterazione dovuta agli agenti esogeni.

*d) Trachifonolite cupolare*

Il PENTA descrive accuratamente il deposito e riferisce i seguenti dati:

A) *Banco di breccia.* — Fra i vari campioni, che si possono raccogliere dal banco, oltre la scoria vetrosa nera, si è potuto riconoscere:

1.<sup>o</sup> proietto di roccia perfettamente simile, ma di grana più fine, alla roccia denominata trachite anortoclasica ad egirina della breccia di Punta Ciraciello a Vivara, descritta da DE LORENZO e RIVA e a quella di Punta Alaca analizzata dal NARICI;

2.<sup>o</sup> proietto di roccia tefritica analcimizzata, leggermente alterata, simile alle vicoiti ad analcime di Procida e della « breccia museo » dei Camaldoli;

3.<sup>o</sup> proietto di roccia con mica e pirosseno e poco plagiocasio (oligoclasio-andesina) e poco sanidino con vetro devetrificato, che ha dato luogo a ciuffi di biotite, ecc., cioè di roccia di tipo lamprofirico;

4.<sup>o</sup> proietto di roccia come al n.<sup>o</sup> 2, ma meno vicoitica e più tefritica;

5.<sup>o</sup> proietto di trachite (o meglio di microsienite) con sanidino, poco plagiocasio ed augite;

6.<sup>o</sup> proietto di trachite vitrosifrica ;

7.<sup>o</sup>       »     » microsienite ;

8.<sup>o</sup>       »     » trachibasalte ;

9.<sup>o</sup>       »     » trachite ;

10.<sup>o</sup>     »     » tefrite alterata.

B) *Ceneri e pomici interposte fra il banco di breccia e cupola.* — Questi materiali, esaminati nei loro frantumi, si presentano costituiti da sanidino, plagiocasio, augite, scarsa biotite e vetro.

C) *Cupola lavica.* — Della cupola il PENTA ha raccolti campioni sia della parte inferiore ed orientale, ove la roccia si presenta sufficientemente fresca, sia della parte un-

po' superiore, ove l'alterazione si presenta anche macroscopicamente abbastanza intensa. Delle due zone distinte il PENTA ha esaminato le sezioni sottili; dei campioni della parte inferiore fresca il dott. NARICI ha eseguita l'analisi chimica.

Macroscopicamente la roccia si presenta con tessitura compatta, salvo scarsi fenocristalli di feldspati, appiattiti secondo (010) ed allungati piuttosto secondo *a*, i quali non sorpassano le dimensioni di pochi millimetri. Si nota qualche piccolo e raro minerale femico.

Il colore della massa è grigio, in cui spiccano macchie piuttosto allungate chiare fino al bianco, costituite a schlieren, più cristalline della restante massa e finemente miarolitiche. La roccia, battuta, dà il suono delle fenoliti.

In sezione sottile la roccia si presenta con tessitura trachitica. I minerali rinvenuti sono sanidino, sodalite, plagioclasio con zona esterna di sanidino, augite eginica, fayalite, anfibolo, poco vetro, minerali opachi.

Tenendo presente che il rapporto dei materiali femici sulla massa totale  $\left( \frac{18}{100} = \frac{1.44}{8} \right)$  è meno di 2/8 ed attenendosi alla classifica del NIGGLI, si può precisare che la roccia della cupola è una fonolite a sodalite, tendente a trachite, cioè una trachifonolite a sodalite, caratterizzata dalla presenza della fayalite.

I risultati dell'analisi chimica, eseguita dal dott. NARCI sono i seguenti :

La parte alterata della roccia, liberata dalle incrostazioni di cloruro di sodio, si presenta più porosa e più chiara della roccia fresca. La fluidità è molta marcata per il fatto che le schlieren chiare sono state molto fortemente erose per l'asportazione della sodalite, tanto che nelle zone più intensamente alterate l'aspetto della roccia si avvicina di molto a quello del classico piperno.

I minerali riscontrati sono: sanidino, sodalite, plagioclasio, andesina, labradorite, tracce di vetro, poca calcite secondaria, pirosseni rappresentati da microfenocristalli di augite egirinica, ossido di ferro, tracce di anfibolo, probabilmente cossirite e shoenite.

### Tettonica

La tettonica dei materiali, che costituiscono il cratere di Quarto, non differisce da quella osservata dal DE LORENZO negli altri apparati flegrei: vale a dire che gli strati sono disposti con la tipica struttura quaquaversale, già indicata dallo SCROPE, dal LYELL, dal GÜNTHER e confermata definitivamente dal DE LORENZO.

È noto che tale struttura quaquaversale è dovuta all'atto stesso di esplosione, per cui la sua presenza costituisce il fondamentale criterio di distinzione fra i pseudocircoidi e gli argini veri e propri degli apparati craterici.

La presenza di banchi di materiali diversi, cioè del classico tufo grigio e di strati pumici di varia grandezza, oltre che di scorie, di proietti lavici, di tufo giallo, ecc., dipende dal fatto che dall'atto esplosivo vengono lanciati in aria non solo il materiale, attraverso cui dall'interno della terra alla superficie si aprono la via il vapor d'acqua ed i gas in tensione (e quindi la presenza di numerosi blocchi di tufo giallo fra il materiale grigio incoerente, specie quando la nuova esplosione si verifica nell'ambito stesso o in prossimità di un precedente apparato di tufo giallo), ma anche brandelli di magma, che, per la forza stessa dell'esplosione, per il grado di temperatura e per la fusibilità dell'impasto vien fuori o polverizzato sotto

forma di ceneri e lapilli o ridotto a mó' di brecce e proietti o soffiato in pomici e scorie. Questo materiale, dopo di aver descritta la naturale parabola, ricade alla superficie e, specialmente quando l'esplosione è subacquea, si dispone attorno all'orifizio a forma di cono retto od obliquo, con cratero svasato a maniera di imbuto. Secondo la natura fisica, la forza di proiezione e la legge di gravità, nel formare il cono predetto esso assume una disposizione di strati a struttura quaquaversale con una cernita di materiali, dai più grossi ai più sottili, man mano che ci allontaniamo dal focolare esplosivo. Anche il DAINELLI accetta pienamente la distinzione degli apparati vulcanici dai circoli di erosione mediante l'osservazione degli strati disposti a quaquaversale, mentre, nei secondi, gli strati assumono la struttura a reggi-poggio.

Tuttavia non sempre la quaquaversale esterna ed interna è visibile nel nostro cratere, sia per la intensa opera di erosione degli agenti esogeni, a cui è andato soggetto, specie nell'argine occidentale, sia per la presenza di considerevoli depositi di tufo giallo su cui è adagiata la potente coltre di tufo grigio, in gran parte sconvolti e disturbati nella primitiva struttura dall'atto eruttivo posteriore e dalla lunga azione erosiva precedente a questo. Il nuovo materiale, depositandosi sul precedente, è stato spesso costretto ad assumere la disposizione dei vecchi strati.

Se dall'interno del cratere volgiamo lo sguardo all'argine settentrionale, notiamo che questo si presenta sotto forma di sprone, compreso tra la strada ferrata appartenente alla Direttissima Roma-Napoli e il Rione Chiarano; su questo sprone si inerpica la via carrozzabile, che da Montagna Spaccata conduce a Qualiano. La imbasatura o, per meglio dire, la maggior parte è tutta di tufo giallo; nè mancano qua e là altri affioramenti o depositi del medesimo tufo. Il DE LORENZO<sup>1)</sup>, a cui indubbiamente

---

1) DE LORENZO G., *L'attività vulcanica nei Campi Flegrei*, Rend. Acc. Sc. Fis. Mat. S. III, V, IX, p. 214.

non poteva sfuggire la presenza di questo materiale, a tal proposito ebbe a scrivere che non è facile rintracciare i canali o le bocche di origine di questi vari affioramenti tufacei, che si trovano intorno al Piano di Quarto, fino al suo estremo limite settentrionale.

Prima di inoltrarsi attraverso l'intaccatura di Montagna Spaccata, si apre, sulla sinistra della Via Campana, un sentierino, che mena ad una masseria ai piedi della parete rocciosa, che delimita ad oriente il rione Castagnaro. Tale rione, secondo la ricostruzione dell'argine craterico del Monte Gauro, eseguita dal DE LORENZO, è interposto fra questo e l'argine occidentale di Montagna Spaccata, il quale taglia nell'ultimo tratto un profondo solco erosivo, che non dà passaggio al di là del rialzo stesso, costituente il rione Castagnaro. Giunti ai piedi del predetto rialzo, è facile osservare che questo è costituito di un grande deposito di tufo giallo, disposto a strati, in alcuni tratti fortemente dioclasato, con tracce evidenti di smottamenti e piccole frane locali, che hanno in parte disturbata la primitiva disposizione stratigrafica. Volgendo gli occhi all'incisione torrentizia, il deposito di tufo, che si erge a sinistra, acquista tale compattezza che non facilmente si distingue strato da strato, benchè l'erosione esterna abbia accentuato tale successione, mediante incisioni a solchi longitudinali, che rendono possibile osservare l'immersione degli strati stessi. La direzione di questi è N-S e la immersione tende verso il centro del cratere di Montagna Spaccata, in modo che si ha subito la sensazione di trovarsi al cospetto della quaquaversale interna del predetto cratere. Quantunque di molti strati riesce solo possibile osservare la testata, tuttavia è facile constatare la loro struttura centripeta nelle limitate zone, che la lussureggiante vegetazione non occulta. Il tufo si presenta abbastanza omogeneo, tuttavia non mancano proprieti trachitici di dimensioni non molto grandi, frammisti a pomici e a numerose scorie. Al di sopra del tufo giallo si adagia la coltre di tufo grigio, non sempre identificabile per l'intrico della vegetazione, che in alcuni punti forma

una macchia difficile a penetrare. Però è facile constatare una progredita erosione del banco tufaceo, anteriore alla sovrapposizione del tufo grigio, che si è adagiato in solchi e vallecole, originatisi anteriormente alle esplosioni del III periodo. A destra dell'erosione torrentizia, gli strati di tufo giallo si presentano fortemente diaclasati, con evidenti segni di smottamenti e frane. Anche qui l'erosione è accentuatissima, man mano che ci avviciniamo al setto divisorio fra l'argine craterico di Montagna Spaccata e quello di Quarto, costituito esclusivamente di tufo grigio, intercalato da considerevoli banchi di scorie. Presso l'immboccatura della Montagna Spaccata gli strati di tufo grigio, osservati dall'interno del cratere sono di considerevole potenza, e in alcuni tratti sono intercalati da blocchi scoriacei e trachitici rigettati, oltre che da brandelli di tufo giallo e di pomici, di dimensioni diverse. Così pure, osservando la sezione naturale di Montagna Spaccata, ove gli strati presentano una struttura monochinale verso lo esterno, abbondano, oltre le scorie, le pomici e i proietti trachitici, pezzi di tufo giallo, piuttosto arrotondati, smussati agli angoli e di dimensioni limitate, che a loro volta contengono spesso inclusi trachitici, anche essi alterati dall'azione delle acque. Pertanto, data la forma rotondeggiante e smussata agli angoli di questi frammenti di tufo giallo, viene spontaneo pensare che essi abbiano subito un dilavamento anteriore all'esplosione del tufo grigio, ovvero siano brandelli staccati da un vecchio apparato per opera di esplosioni successive. In questo caso lo smussamento degli angoli potrebbe essere stato originato dallo stesso atto esplosivo, che distrusse la compagine primitiva. Durante i lavori di scavo per la galleria della direttissima Roma-Napoli, lungo il tratto sottostante alla Montagna Spaccata, fu rinvenuto uno strato di scorie erose frammisto a conchiglie, che induce a pensare che il cratere abbia iniziato la sua formazione, quando il Gauro non era ancora emerso del tutto. Il DE LORENZO, in base all'osservazione dei materiali e della stratificazione, potè concludere che i materiali fossero traboccati dal bacino di

Montagna Spaccata e non da quello di Quarto, come alcuni autori opinarono, e che in ogni modo tale cratere fosse gemello del craterè di Pisano. Sulla storia, poi, della sua eruzione, argomentò che questa avesse avuto inizio sul fianco del Gauro, nell'acqua del mare, con una esplosione cheruppe il tufo giallo polverizzandolo; dopo si elevò la colonna di lava nel camino, che gettò le scorie lavico-trachitiche ed infine ebbe luogo l'emissione esplosiva di tufo grigio, ricca di pomici. Tuttavia rimane ancora incerta la genesi del tufo giallo, che costituisce il Rione Castagnaro, oltre il deposito considerevole a nord di Quarto, che forma lo sprone fra il tracciato ferroviario e il Rione Chiarano. La immersione degli strati del deposito occidentale di Montagna Spaccata induce ad escludere senz'altro l'ipotesi che si trattì di materiale emesso dal camino del Gauro e farebbe piuttosto congetturare che anteriormente all'esplosione del III periodo di Montagna Spaccata sia esistito un argine craterico di tufo giallo costituente la stessa cerchia, che oggi occupa il materiale incoerente, anzi che questo si sia depositato sugli avanzi di un precedente cratere già fortemente eroso dagli agenti esogeni e in primo luogo dal dilavamento delle acque. Un analogo esempio ci potrebbe essere offerto dalla cerchia craterica dell'Averno, ove le ripide falde interne e le declivi pendici esterne, nei brevi tratti non celati dalla vegetazione, mostrano la sovrapposizione dei tufi grigi ad un precedente imbasamento di tufo giallo; così pure la parte meridionale del M. della Ginestra e quella, pure rivolta a Sud, del fianco settentrionale interno destano la nostra attenzione, perchè lasciano scorgere una superficie precedentemente erosa di tufo giallo, sulla quale si depositarono e si modellarono, non sempre concordemente, i posteriori materiali grigi incoerenti.

Tuttavia si oppongono alla veridicità di questa ipotesi due osservazioni: la prima consiste nella mancanza di un imbasamento di tufo giallo al materiale pomiceo e scoriaceo che si osserva nella sezione naturale di Montagna Spaccata, poco oltre l'intaccatura, verso il Piano di Quarto,

e che è venuto alla luce nello scavo della galleria della Drittissima Roma-Napoli ; la seconda consiste nel deposito di tufo giallo qua e là nell'ambito della cerchia craterica di Quarto. La mancanza di tufo giallo nel setto divisorio fra i due argini susseguitisi di Montagna Spaccata e di Quarto, tufo che pure avrebbe dovuto costituire la parete settentrionale del primitivo cratere, si potrebbe spiegare solo se si ammettesse che l'esplosione del III periodo fosse stata eccentrica e quindi da lo stesso atto esplosivo il materiale preesistente fosse stato distrutto. Tuttavia il limitato tratto di cerchia craterica, risparmiato dall'azione demolitrice dell'erosione e dei successivi atti esplosivi, offre la probabilità di ricostruire l'argine come doveva essere anteriormente alla distruzione della parte meridionale ed orientale, a mo' di circonferenza quasi geometrica, senza manifesti segni di eccentricità esplosiva. La presenza, poi, del deposito di tufo giallo nell'ambito del cratere di Quarto, con strati disposti, ove è possibile l'osservazione, in maniera centripeta, farebbe pensare all'esistenza di un'altra cerchia di tufo giallo anteriore alla esplosione del III periodo. Però tale ipotesi sarebbe troppo azzardata in quanto i depositi di tufo giallo, benchè si presentino qua e là, non sono distribuiti su tutta la circonferenza. Ma la presenza di questo materiale allogenico fra il tufo grigio ci richiama alla mente, per analogia, altro materiale allogenico o per dir meglio non originato dallo stesso atto esplosivo, e quindi non facente parte di un'unica cerchia, che rinveniamo nel cratere di Astroni. Già il GÜNTER e poi il DE LORENZO dimostrarono che i due sproni costituiti da Torre Lupara e da Torre Nocera rivelano le tracce di un primitivo argine in parte mascherato e in parte distrutto, noto comunemente col nome di Arciagnano. Di più il DE LORENZO osservò sagacemente che la rupe della Caprara non era un filone o un disco di lava, infisso nella parete orientale del cratere di Astroni, che l'avrebbe eruttata, ma era di formazione anteriore al vulcano stesso di Astroni e rappresenta il diruto avanzo di una cupola trachitica, facente

parte dell' anteriore vulcano di Agnano , spezzata e lanciata in aria dalle esplosioni di Astroni.

Lo stesso potrebbe ripetersi per il materiale tufaceo del II periodo che si rinviene nei due vulcani di Montagna Spaccata e di Quarto ; anzi, dall'osservazione della pendenza degli strati, dalla mancanza di tufo giallo nel setto divisorio fra i due argini e dai brandelli di questo, frammessi alle ceneri, alle scorie, alla pomici e in genere a tutto il materiale incoerente, che costituisce i vulcani stessi, saremmo indotti a credere che, anteriormente alle esplosioni del III periodo, che originarono i due crateri in parola, sia esistito un solo grande argine di tufo giallo, includente le superfici, che attualmente occupano Quarto e Montagna Spaccata.

Se questa congettura non si allontana eccessivamente dalla verità, saremmo anche indotti a proporre l'età di questo grande cratere di tufo giallo, o, per meglio dire, ad inserirlo cronologicamente nella serie degli apparati del II periodo.

La presenza di conchiglie marine fra le scorie erose venute alla luce nello scavo della galleria della Direttissima Roma-Napoli conferma che la formazione del cratere si sia avuta quando il Gauro non era sorto ancora completamente dal mare. Siccome l'esplosione di Montagna Spaccata, come abbiamo tentato di dimostrare in altro capitolo, è posteriore all'esplosione, che originò il vulcano di Quarto, e dato che non si verificò molto tempo dopo la formazione del Gauro, la prima esplosione a cui è dovuto il tufo grigio, che costituisce l'argine di Quarto, dovette indubbiamente essere la prima dopo la formazione del tufo giallo costituente l'apparato del Gauro. Ora, è facile argomentare che la primitiva cerchia di tufo giallo, preesistente a Montagna Spaccata ed a Quarto, e che distingueremo col nome di Arciquarto, sia sorta anteriormente alla formazione del Gauro ; ed infatti la quaaversale esterna di Monte Corbara ha interrotto il deposito tufaceo del rione Castagnaro.

Nei riguardi, poi, del cratere di Pianura , anch'esso del II periodo, si può osservare l'esistenza della quaqua-

versale esterna in direzione nord-ovest, cioè in direzione di Quarto, mentre le tracce dell'argine tufaceo dell'Arciquarto in questo tratto non sono più visibili; dunque quest'ultimo sarebbe anteriore anche a Pianura. Tuttavia, le due quaquaversali esterne, incontrandosi, benchè una abbia prevalso sull'altra, hanno finito col fondersi insieme, costituendo la costa di S. Gaudioso, alla stessa maniera con cui gli argini di Pianura e di Soccavo si son fusi, originando lo sprone dei Camaldoli, e con cui gli argini dei crateri di Fuorigrotta, di Santo Strato, della Rotonda, di Coroglio, incontrandosi, hanno costituita la collina di Posillipo, che, vista dal Golfo di Napoli, si protende diritta verso il mare, mascherando l'attività ignea della terra, a cui deve la sua esistenza.

In ultimo resta da esaminare la genesi della trachifonolite cupolare e del banco di brecce rinvenuti dal PENTA nella base dello sperone chiamato Punta di Marmolite.

L'affioramento si innalza quasi a picco al di sopra del piano di campagna, per l'altezza massima visibile di una ventina di metri, ma in generale di poco più di 10 m.

« Detto affioramento ha l'aspetto visibile — secondo quanto scrive il PENTA — di un intenso abbattimento, che nella roccia dovette esplicarsi nel passato ». Sopra la cupola sono deposti strati successivi, quasi orizzontali, di ceneri e lapilli pumicei incoerenti, che nell'insieme raggiungono una potenza variabile fra i 15 e 20 metri. A tetto di questi affiora in più punti un banco di potenza visibile variabile (m. 20 ad W), costituito da breccia vulcanica incoerente in basso, con predominio di detriti e blocchi pumicei ed in genere vetrosi e con consistenza lapidea nelle parti superiori.

« In qualche punto l'affioramento di questa breccia si presenta con un fronte verticale quasi netto » ; al di sopra, si rinviene lapillo pumiceo, spesso frammischiato ad humus.

Il tufo giallo, che giunge a livelli superiori a quelli della cupola, affiora ad Occidente, ma verso lo sperone di Marmolite si sprofonda immergendosi verso la cupola, per ricomparire ad un livello più basso del piede dell'affiora-

mento lavico. « Il tufo giallo, conclude il PENTA, non solo è attraversato da fratture ed interessato da sensibili dislocazioni, in vicinanza della cupola, ma presenta anche nell'assieme la superficie limite superiore avvallata e scoscesa per una profondità di una cinquantina di metri al di sotto della cupola ». Ciò premesso, il PENTA assegna cronologicamente la formazione della cupola e della breccia al III periodo eruttivo.

Già il DE LORENZO aveva attribuita la breccia di S. Maria del Pianto e quella dei Ponti Rossi all'attività del III periodo, mentre il DE STEFANI ed il MANASSE avevano pensato che si trattasse di resti di una eruzione, che avrebbe avuto luogo fra il II ed il III periodo eruttivo dei Campi Flegrei.

Un altro deposito di breccia, tipo « museum », quantunque litologicamente non molto ricco di tipi svariati di rocce, fu da noi trovato, in disposizione di banco, in un taglio della collina, anzi in un cavo di fondazione, a pochi centimetri dal suolo, lievemente immersente verso il monte, sulla strada vecchia di Capodichino. Questa breccia è sottostante al tufo giallo, e quindi indubbiamente è coeva dell'esplosione che generò il deposito di tufo giallo. È noto che le brecce, il piperno ed il tufo pipernoide, secondo la classificazione fatta dal DE LORENZO dell'attività vulcanica dei Flegrei, appartengono al I periodo; ma l'inclusione delle brecce in banchi di tufo, non deve destare meraviglia, perchè molti edifici flegrei presentano una caratteristica inversione di materiali attribuibili a precedenti periodi. Nel nostro studio relativo ai Crateri Orientali di Napoli, ricordammo le conclusioni a cui era giunto il PARASCANDOLA per i crateri di Pozzo Vecchio e Terra Murata, nell'isola di Procida, e per il cratere di S. Martino al Monte di Procida, costituiti di tufo giallo con brecce. Altro esempio è quello offerto dal cratere di Vivara, illustrato dal DE LORENZO, formato nelle parti visibili del suo edificio, da tufi intercalati con banchi di pomice e brecce. Le brecce sono, oltre quella di Punta Ciraciello, in numero di tre, sovrapposte e separate dai banchi di pomice e di tufo. Il DE LO-

RENZO, dopo aver illustrato tale inversione di materiali, conclude che a costituire la compagine di Vivara si trovano, ammassati e mescolati, frammenti dei terreni attraversati dal camino vulcanico ; blocchi del magma già consolidatosi in parte, plutonicamente in profondità ; brani di varie forme e dimensioni del magma giunto vulcanicamente a consolidarsi fuori delle viscere della terra.

Nel caso specifico del nostro apparato non escludiamo la conclusione del PENTA, tanto più che la presenza della cupola trachifonolitica ci ricorda molto da vicino la rupe della Caprara, che è stato dimostrato dal DE LORENZO non appartenere al cratere di Astroni, ma, di formazione anteriore ad Astroni stesso, rappresentare l'avanzo di una cupola trachitica, facente parte dell'anteriore cratere di Agnano.

Infatti, data la presenza della parete occidentale, tagliata bruscamente e verticalmente, il DE LORENZO osserva che tale parete avrebbe potuto essere prodotta solo da scoscenimenti o da esplosioni ; esclusa la possibilità di scoscenimenti, conclude che siano state le esplosioni di Astroni a recidere e lanciare in aria la massa di lava ad Occidente, producendo la parete tagliata nettamente. Lo stesso potremmo osservare per la cupola trachifonolitica di Quarto, che presenta tracce di un intenso abbattimento, come osserva lo stesso PENTA, il quale nota anche nell'affioramento di brecce un fronte verticale quasi netto. Anche qui sarebbe il caso di ricordare o uno scoscenimento, o esplosioni, che avrebbero potuto produrre quanto il PENTA descrive, e anche qui, escludendo la possibilità di scoscenimenti, per le stesse ragioni che il DE LORENZO enumera per Astroni, potremmo invocare, quale unica possibilità ad aver prodotto l'abbattimento nella cupola ed il fronte verticale nella brecchia, successive esplosioni. Queste avrebbero potuto verificarsi soltanto nel III periodo, quando il tufo grigio si depositò sullo scheletro dell'Arciquarto, dando luogo agli argini di Quarto e di Montagna Spaccata. Infine, se il tufo giallo presenta la superficie limite superiore avvallata e scoscesa per una profondità di una cinquantina di metri

al disotto della cupola, bisogna ricordare che altrove, nello stesso argine, raggiunge altezze superiori alla superficie esterna della cupola, e che, se le esplosioni del II periodo hanno prodotto brecce, in altri apparati avrebbero potuto, insieme col materiale detritico, emettere anche efflussi di lava e poi lanciare in alto posteriormente il materiale, che si è depositato sulla cupola, e che costituisce l'attuale banco di brecce. Se ad atti esplosivi di un unico periodo si debbono attribuire la cupola e le brecce, possiamo anche ammettere che anteriormente all'emissione del materiale lavico, costituente la cupola, si sia avuta la fuoriuscita di altro materiale composto di pomici o di proietti, costituente un altro banco sottostante alla cupola, anche perchè le conclusioni del PENTA derivano dalla semplice osservazione esteriore, mentre noi ignoriamo fino a che punto di profondità si immerge nel terreno la cupola e che materiale sia interposto, qualora vi sia, fra gli strati di tufo giallo sottostanti e la cupola stessa. Del resto la nostra non è che un'ipotesi, che non toglie veridicità alle conclusioni del PENTA, perchè purtroppo in Geologia si è spesso costretti a rimanere nel campo delle ipotesi, dato che l'avara natura « comm'ella fa non vuol che a noi si sveli ».

Giunti a questo punto della nostra indagine sulla tettonica di Quarto, soffermiamoci, dal centro del vulcano, ad osservare la cerchia craterica, quale si presenta al nostro sguardo. Innanzi tutto ci colpisce la forma svasata di questa, che include una vasta estensione pianeggiante, tanto da meritare il nome di Piano di Quarto. Le pareti del cono in alcuni tratti si presentano basse e se si aggiunge che sono variamente anastomizzate con i crateri limitrofi, appare evidente che non hanno assolutamente alcun carattere esterno appariscente e grandioso.

Dove il cono è libero dai contatti degli apparati vicini, cioè a Settentrione ed a Oriente, qui vi è più basso, ed infatti il suo orlo raggiunge appena i m. 95 presso Poggio Spinelli e i m. 90-95 presso Masseria Trenta Moggia, poi si risolleva lentamente, toccando i m. 129 presso Castello di Montelcone, i m. 155 a S. Rocco, i m. 182 a

Torre Dentice e quindi, sorpassata la contrada detta « i Svizzeri », taglia la costa di S. Gaudioso, finchè, presso Casa De Falco, si riallaccia all'argine dei crateri di Pisano e, poco oltre, a quello di Montagna Spaccata.

Da questi pochi dati suddetti è facile ricavare la forma che ha l'argine del nostro vulcano, cioè quella di una ellissi, e quindi tutto l'apparato assume l'aspetto di cono, con orlo superiore non circolare ma ellittico, con l'asse maggiore in direzione E - W, con l'orlo in posizione obliqua, inclinato da Oriente ad Occidente, in maniera che tutta la parte orientale va dolcemente degradando verso quella occidentale.

Anche questa volta, per analogia, siamo costretti a riferirci ad Astroni, con forma « a somiglianza di un tronco di cono, di cui la faccia superiore non è orizzontale, ma obliqua; inclinata da Occidente ad Oriente, verso la quale con varie ondulazioni va degradando ».

Lo stesso si verifica pel Monte Nuovo. E come in Astroni la cresta del cono craterico raggiunge la massima altezza di m. 253 a Torre Nocera, cioè dove è congiunta con due dorsi ai contigui crateri della Solfatara e del Cigliano, così nel vulcano di Quarto l'argine è più rialzato dove entra a contatto con i crateri di Pianura, di Pisano e di Montagna Spaccata. Però, mentre in Astroni la cresta del cono craterico raggiunge la massima altezza ad Oriente, in Quarto è perfettamente il viceversa.

Il DE LORENZO interpreta la forma obliqua di Astroni, anche per analogia con quella del Monte Nuovo, come originaria, cioè non dovuta ad una prevalente degradazione del lato orientale, ma o a una inclinazione del cammino eruttivo o ad uno spirare prevalente di venti in una certa direzione, o alle masse soggiacenti dell'antico cratere di Agnano, o a tutt'e tre, o ad un paio delle cause insieme riunite.

La stessa congettura siamo propensi ad accogliere pienamente anche noi per spiegare la posizione obliqua dell'orlo del nostro cratere.

Ma giunti a questo punto si impone una premessa. Precedentemente abbiamo formulata l'ipotesi che anteriormente all'emissione del tufo grigio fosse esistito un ampio cratere di tufo giallo, l' Arciquarto , il cui argine avrebbe incluso non solo la superficie oggi occupata dall'apparato di Quarto, ma anche parti di quella appartenente a Montagna Spaccata , a Pisano ed a Pianura. Orbene, se ci è concesso di considerare verosimile tale ipotesi, dobbiamo anche ammettere che l' argine di questa grande cerchia avesse posizione obliqua, con la cresta rialzata ad Oriente ed abbassata ad Occidente. Infatti, l' impalcatura di tufo giallo sottoposta a E agli strati del nuovo materiale incoerente, è meno elevata, per quanto ci è stato possibile rilevare in seguito ad osservazione diretta del terreno, dell' impalcatura occidentale. Che tale forma obliqua dell' Arciquarto sia originaria è dimostrato a sufficienza non solo dall' analogia con Astroni e con il Monte Nuovo , ma più di tutto dalla impossibilità che la degradazione meteorica abbia potuto causare tale sbassamento. Quando posteriormente all' Arciquarto esplosero i crateri di Pianura e di Soccavo ed ancora i crateri orientali ed occidentali di Napoli, dalla fusione degli argini di tutti questi apparati del II periodo si formò la zona collinare compresa fra Capodimonte , Chiaiano , Marano , Quarto , Pianura e Soccavo . E come la fusione delle cerchie di Soccavo e Pianura diede origine allo sprone dei Camaldoli , così la fusione dei due argini di Pianura e dell' Arciquarto formò la costa di S. Gaudioso e il rilievo a N di questa , compreso fra l' attuale cerchia di Quarto e la strada , che congiunge i Guantari con Marano. Appunto al sovrapporsi o meglio al fondersi insieme di tutte queste quaquaversali esterne è dovuta la regolarità del pendio, che dal culmine dei Camaldoli scende a Settentrione, verso la piana della Terra di Lavoro, pendio, che, per analogia con quello del Somma, fece sì che il DAINELLI congetturasse trattarsi di un tratto di superficie di un cono molto depresso, ma regolare, a cui spetterebbe tutta la zona collinosa fra Capodimonte e Capo di Posillipo , sorto in una prima fase esplosiva del II pe-

riodo flegreo, anteriormente alla formazione degli altri crateri di tufo giallo. Per il momento tralasciamo tale ipotesi, che discuteremo in altro luogo. Comunque, dopo che emersero dal mare le predette formazioni di tufo giallo, ebbe inizio l'opera demolitrice delle acque dilavanti, che dall'altezza dei Camaldoli (m. 458) drenarono in quattro versanti, e cioè verso Quarto, verso Pianura, verso Soccavo e verso Napoli. La parte orientale del Piano di Quarto, a cui sovrasta il bastione occidentale dello sprone dei Camaldoli, raccoglie le acque che solcano la parte collinosa disposta ad anfiteatro (argine di Quarto e Pianura sovrapposti), mediante un sistema di valli, che, secondo le osservazioni del GÜNTHER, ascendono a 21, considerando soltanto le principali. Ma di questo tratteremo di proposito nella Morfologia. Per ora ci basti osservare che un dilavamento così intenso avrebbe dovuto sbassare l'argine orientale, attraversato da corsi d'acqua a regime torrentizio e quindi a rapida erosione, più di quello occidentale, soltanto lambito ai piedi dalle acque, ormai stagnanti nella pianura costituente il fondo del cratere.

Possiamo, dunque, concludere che la posizione obliqua dell'orlo è di formazione originaria; con questo non escludiamo che tutto l'argine non abbia subita una degradazione atmosferica, ma se questa è stata più intensa ad Oriente che ad Occidente e la crosta orientale è più alta di quella occidentale, vuol dire che tale dislivello è di origine tettonica.

Quando ebbe luogo l'esplosione del III periodo, i materiali incoerenti si depositarono su quelli già erosi del precedente apparato, riattivando il medesimo condotto, dal quale erano già fuoriusciti i primi e depositandosi sugli strati superstiti di tufo giallo. Naturalmente il nuovo materiale incoerente e di formazione subaerea, ammantando gli strati di tufo giallo, sui quali già la degradazione aveva esercitata intensa opera, e pertanto ne aveva in parte alterata la primitiva struttura, assunse la disposizione di questi, seguendone la disposizione e la pendenza, dando luogo, in tal modo, a qualche complicazione stratigrafica,

che a prima vista apparirebbe inspiegabile. Così del resto avvenne anche per il cratere di Averno, a proposito del quale, come già prima abbiamo ricordato, il D'ERASMO ebbe a scrivere, interpretando le inversioni stratigrafiche, che « la parete meridionale del M. della Ginestra e quella pure rivolta a Sud del fianco settentrionale interno ..... sono interessanti anche perchè dimostrano una superficie precedentemente erosa dal tufo giallo, sulla quale si depositarono e modellarono non sempre coerentemente i posteriori materiali grigi incoerenti ».

Analogamente a quanto si è verificato per altri vulcani Flegrei, potremmo affermare, con una certa veridicità, che le prime esplosioni del III periodo, alle quali dobbiamo l'attuale cerchia craterica di Quarto, ebbero inizio sotto il livello del mare. Lo stesso il D'ERASMO afferma per la prima esplosione dell'Averno, i cui materiali eruttati raggiunsero, però, presto la superficie delle acque, e continuaron ad accumularsi all'aria libera, dando luogo ad un tipo di vulcano subaereo.

Nel caso specifico del nostro cratere possiamo osservare che, se sono esatte le nostre conclusioni esposte nel capitolo della cronologia, circa la priorità di Quarto rispetto a Montagna Spaccata, e se la formazione di quest'ultimo ebbe inizio sotto il livello del mare secondo quanto afferma il DE LORENZO, in seguito all'esame del materiale venuto alla luce durante lo scavo della galleria sotto Montagna Spaccata, per il passaggio della Direttissima Roma-Napoli, con maggior ragione le prime esplosioni di Quarto dovettero essere sottomarine, ma di poco anteriori a quelle di Montagna Spaccata; poi, quando i materiali dei due vulcani raggiunsero la superficie, continuaron ad accumularsi all'aria libera.

A questa nostra conclusione si ricollega un annoso problema, che qui non intendiamo discutere, ma del quale ci limiteremo soltanto a far cenno; vale a dire se il materiale costituente il tufo giallo sia dovuto ad esplosioni subaeree o sottomarine. Che i vulcani del II periodo siano emersi dal mare è attestato dalle terrazze del Gauro, com-

presa la Starza, e dalla terrazza osservata dal D' ERASMO a Punta dell' Epitaffio ; ma quello che rimane incerto è il fatto se gli apparati si sian formati direttamente al di sotto del livello del mare, dal quale emersero, o siano di formazione subaerea e poi abbiamo subito un movimento di immersione ed un altro di emersione interessante tutto il Golfo di Napoli. Il problema è collegato con quello relativo all' origine delle terrazze della Penisola Sorrentina e di Capri, o, più estesamente, di un lungo tratto del litorale campano, e in particolare dei Monti Picentini, studiati dal GALDIERI, della Piana di Caiazzo ed di alcune terrazzette del Matese.

Certo, se il materiale incoerente di Quarto si depositò su quello di tufo giallo dell' Arciquarto, già in stato di avanzata distruzione per la degradazione atmosferica, come dimostrano le vallecole incise nelle pareti di tufo giallo, l' Arciquarto dovette o formarsi alla superficie o a lungo essere esposto alla degradazione meteorica, dopo di che subì un' immersione, durante la quale si accesero i primi fuochi del III periodo, alle cui esplosioni dobbiamo i reliquati dei due argini attuali di Quarto e di Montagna Spaccata.

Invero si potrebbe ancora congetturare che gli apparati del II periodo fossero di formazione sottomarina e che per un rapido movimento di ascesa, tale da non lasciare tracce di terrazzamenti, fossero emersi alla superficie. Poi un nuovo movimento bradisismico li avrebbe riportati sott'acqua e durante la successiva emersione, a cui dobbiamo i terrazzamenti predetti, avrebbero avuto inizio le esplosioni del III periodo.

L' argomento, senza dubbio, è dei più interessanti, e moltissimi sono i dati che militano a favore dell' una e dell' altra tesi : con queste nostre osservazioni non intendiamo risolvere il problema, e del resto ne siamo ben lontani. Abbiamo voluto semplicemente aggiungere qualche personale osservazione, che potrà fornire nuova materia a chi, in futuro, si accingerà a dire la parola definitiva.

## Relazioni con i vulcani limitrofi

Il cratere di Quarto è il maggiore e ultimo a N dei Campi Flegrei. Il suo fondo, che ha forma ellittica di circa Km.  $4 \times 2$ , si estende come una vasta pianura, attraversata dalla via che congiunge Pozzuoli con Qualiano, e che segue il tracciato dell'antica via Campana, la quale, attraverso i « campi Leborii » menava a Capua. Dell'antichità della strada offrono testimonianza i numerosi avanzi di costruzioni e colombari, che si rinvengono a destra e a sinistra, ma più di tutto il profondo intaglio, attraverso il quale la strada si immette nel Piano di Quarto, detto Montagna Spaccata, per antonomasia, sostenuto da imponenti muraglioni di « *opus reticulatum* » e di « *opus latericium* » e che rappresenta quasi una porta intercomunicante fra i Flegrei e la grande pianura della Campania Felice, subito dopo l'ultimo apparato vulcanico, costituito per l'appunto dal cratere di Quarto.

Il visitatore, che, sorpassato Pozzuoli, si inoltra lungo la via Campana, non stenta molto ad accorgersi che si trova in piena zona flegrea.

A sinistra la maestosa mole del Gauro, che dimostra subito la sua ignea natura, mediante gli enormi blocchi di tufo giallo, che lo costituiscono. A destra un altro cono, più piccolo ma più regolare, il Cigliano, ricoperto di lussureggianti vegetazione, per lo più vigneti, arrampicati sui pendii, artificialmente intaccati a piccole terrazze, rese fertili dalla presenza del tufo grigio, che forma l'intero apparato. Sorpassato il Cigliano, appare sulla destra, però meno vicino, il fianco esterno del cratere di Astroni; poco più avanti il complesso dei piccoli crateri di Fossa Lupara, mentre di fronte si dispiega un grande semicerchio, rassomigliante ad un cratere dimezzato: ed è per l'appunto il residuo di un altro cratere, la Montagna Spaccata, così detto dalla mentovata incisione, attraverso cui si inoltra la strada. Ai piedi della Montagna Spaccata si presenta il bivio per Soccavo: qui la strada

procede tra i crateri di Fossa Lupara ed un altro apparato, anch'esso dimezzato, noto col nome di Fondo Pisano. Proseguendo, sulla destra, poco oltre i crateri di Fossa Lupara, sorge un rilievo collinoso, nel quale si fondono le due cerchie di Astroni e di Agnano; più dinanzi si eleva, col suo ripido fianco, il poggio dei Camaldoli che delimita un'altra cerchia craterica, quella di Pianura, anch'essa dimezzata e compresa, a N, S e W, fra gli argini degli apparati di Quarto, di Pisano, degli Astroni e di Agnano.

Dei mentovati crateri hanno avuto rapporto con Quarto quelli di Montagna Spaccata, Pisano e Pianura, ma è impossibile, nel definire le relazioni di Quarto con i suddetti vulcani limitrofi, tacere di Agnano, Astroni, Fossa Lupara, Cigliano, anche per definire gli elementi essenziali alla cronologia. Ma è necessario procedere con ordine.

Il DE LORENZO<sup>1)</sup>, nel ricostruire la storia prelupara, attribuisce al terzo dei periodi da lui distinti nella formazione dei Campi Flegrei, i seguenti apparati, i quali avrebbero iniziata la loro attività in tre sottoperiodi.

#### I. Sottoperiodo

Crateri di Quarto, Pianura, Agnano, Montagna Spaccata, Fondo Pisano.

#### II. Sottoperiodo

Cratere di Astroni

#### III. Sottoperiodo

Crateri di Fossa Lupara.

Tale attribuzione è fatta dal DE LORENZO in base alle sue suddivisioni in tre periodi dell'attività eruttiva dei Flegrei.

Il primo è da lui suddiviso in due fasi distinte, dalla diversità dei materiali erutti, cioè in fase del piperno e del tufo pipernoide, e in fase dei conglomerati e delle brecce. Il piperno costituisce le fondamenta della collina

<sup>1)</sup> DE LORENZO e SIMOTOMAI H., *I crateri di Fossa Lupara nei Campi Flegrei*, Atti R. Acc. Sc. Fis. Mat. di Napoli, S. II, Vol. XVI, n. 5, p. 17.

dei Camaldoli, dal cui sperone si prosegue per circa 2 Km. verso Est, nella conca di Soccavo e per un altro Km. a Nord nella conca di Pianura : il tufo pipernoide, che rappresenta il prodotto di ammassamento e di consolidazione, non solo dei materiali detritici trasportati dalle correnti aeree, lunghi dai centri eruttivi, ma anche di quelli dilavati dalle acque ed ammassati nel fondo-valle, si rinviene a formare gran parte della pianura campana e si ritrova ancora in molte vallate dell'Appenino meridionale, da Capri a Sorrento, fino alla zona più lontana di Salerno, Avellino, Caserta, Capua e persino in alcune valli e ripiani del Matese. La seconda fase, cioè quella delle brecce e dei conglomerati è rappresentata da depositi di ceneri, sabbie, lapilli e pomici trachitiche, intramezzate da marne e conglomerati vari, frammati a grosse brecce di natura diversissima, che dallo JOHNSTON-LAVIS furono denominate « brecce museum ».

Il secondo periodo è caratterizzato dalla presenza del tufo giallo, costituito da un aggregato consolidatosi di ceneri, pomici e piccoli lapilli, di natura trachitica, nè mancano frammenti di tufo verde, simile a quello che costituisce l'imbasamento dell'Epomeo, nè di cristalli feldspatici e pirossenici.

Il tufo giallo è ampiamente distribuito per tutta la superficie dei Flegrei, dal Promontorio di Capo Miseno a Napoli, ma non è facile definire i centri eruttivi da cui questo materiale venne fuori, a causa delle profonde deformazioni a cui furono soggetti moltissimi apparati, o perchè prima degli altri emersi dalla superficie del mare, e quindi fortemente intaccati dagli agenti esogeni, o perchè sventrati e radicalmente trasformati da successivi atti eruttivi.

Il terzo periodo è caratterizzato dal materiale di colore grigastro ed incoerente, che venne fuori dal grembo della terra, dopo che la regione, ormai completamente emersa, già aveva subito una forte denudazione per un periodo piuttosto lungo. Anche il tufo grigio è costituito da elementi frammentari di natura trachiandesitica; tut-

tavia questi presentano profonde diversità, macroscopiche e microscopiche, a seconda delle bocche da cui vennero eruttate.

Inoltre queste stesse bocche si andarono spostando nel tempo e nello spazio, dando luogo ad una limitazione sempre più verso il mare, e ad un impiccolimento, che quasi già prelude a un'estinzione definitiva. Spesso, per un lieve spostamento dell'atto eruttivo, è avvenuto che a una grande bocca han tenuto dietro un'altra o altre più piccole, sempre nell'ambito della stessa cerchia craterica, dando luogo ad una successione di vulcani concentrici o a recinto; molte volte lo spostamento è eccentrico, per cui si ebbero coni parassitari. Nella classificazione dei crateri di tufo grigio il DE LORENZO distingue quelli di esplosione da quelli di accumulazione; i primi si limitarono a squarciare la primitiva compagine di tufo giallo, accumulando limitatamente ai margini o meglio al di sopra del precedente tufo il nuovo materiale eruttato; i secondi furono veri e propri apparati costituiti dall'accumulo del materiale stesso<sup>1)</sup>.

Nello stabilire i rapporti del cratere di Quarto con i rimanenti apparati formatisi precedentemente o successivamente, è necessario premettere un cenno sommario circa le relazioni del predetto cratere con quelli di tufo giallo e poi, in maniera più ampia, con gli altri coni formatisi nel III periodo, che comunque vennero a contatto con l'apparato in esame o ebbero relazione con questo, sia per la loro ubicazione spaziale, sia per la successione dell'atto eruttivo.

#### Relazione del cratere di Quarto con quello di Pianura

Se dal Belvedere della Collina dei Camaldoli si rivolge attentamente lo sguardo a destra e a sinistra, lungo le ripide fiancate, che scendono a strapiombo nel piano, si nota

---

1) DE LORENZO G.. *L'attività Vulcanica nei Campi Flegrei*, Rend. R. Acc. Sc. Fis. e Mat. di Napoli, S. III, 1904, p. 203 sgg..

che la intera collina, nella parte fondamentale della sua massa, fatta esclusione del giacimento di piperno e dei conglomerati e brecce, che formano pittoresche rupi rosastre, è costituita da tufo giallo, il quale si rivela facilmente allo sguardo dell' osservatore, al di sotto dei tufi grigi e delle pozzolane ; parimenti le pareti incassate e profondamente incise delle cupe e dei canali, tagliate dall'azione violenta delle acque selvagge nella massa tufacea, ci dimostrano che l' intero poggio è dovuto ad enorme deposito di tale materiale eruttivo. Il DE LORENZO <sup>1)</sup> giustamente ritiene che i centri eruttivi di questo tufo debbano riportarsi alle due conche di Soccavo e di Pianura « che ancor serbano chiaro l'aspetto craterico ». Nella stessa pregevole memoria, allorchè si sofferma a parlare dell' atto eruttivo del III periodo , stabilisce serie cronologiche nei crateri centrali, tenendo conto di quelli di esplosione e di quelli di accumulazione. Come serie che offre un certo grado di sicurezza , egli ricorda il complesso dei crateri contemporanei di Posillipo , di Soccavo e di Pianura , ai quali tennero dietro succesivamente e concentricamente Agnano , Astroni , e il cono interno di questo. « Altra serie anche concentrica sarebbe rappresentata dal cratere di Pianura , dal cratere di esplosione di Torre Poerio , da quello di accumulazione di Astroni e dai suoi coni interni » <sup>2)</sup>. In ultimo , nel piano riassuntivo , stabilisce , quali prime del III periodo , le esplosioni di Fuorigrotta , Soccavo , Pianura , Quarto , Teano .

Percorrendo il fondo del cratere di Pianura , attraverso un malagevole sentiero , che dalla masseria Pignatello raggiunge il centro stesso , lungo le pendici interne della cerchia orientale , o dall' alto del Belvedere dei Camaldoli , o meglio inerpicandosi per la strada , che da Pianura si svolge per un primo tratto su per le pendici della cerchia interna e poi , superata Torre Piscicelli , s' innesta

<sup>1)</sup> DE LORENZO G. , *op. cit.* , pag. 214.

<sup>2)</sup> DE LORENZO G. , *op. cit.* , pag. 216.

alla via che da Guantari conduce a Marano, si nota che la cerchia craterica di Pianura, che dall'interno del vulcano appare all'intorno ben conservata, almeno dalle sommità dei Camaldoli fin quasi alla frazione di Cancello, è costituita di materiali di diversa natura, e propriamente di tufo giallo fino ad una linea, che segue la displuviale dello sprone, che da Verchetto raggiunge il piano del fondo, e di tufo grigio per la parte rimanente dell'argine.

Che la originaria cerchia del cratere di Pianura fosse costituita di tufo giallo è facile desumere dalla presenza di questi enormi banchi, ai quali è dovuta la collina dei Camaldoli. Certo fra tutti gli apparati del II periodo il più antico o uno dei più antichi fu quello di Pianura, almeno a giudicare dalle incisioni torrentizie abbastanza profonde, radiali e centripete, come è caratteristica formazione, che si verifica in molti crateri, in dipendenza delle ripide falde interne, sulle quali l'azione si manifesta con maggiore intensità. Giunti in prossimità della via che dal centro abitato si inerpica verso Torre Piscicelli, appare evidentissima la sostituzione del tufo grigio al tufo giallo, nè ciò sembra strano, se si tien conto della grande vicinanza dei crateri di Quarto e di Fondo Pisano. Dal primo è separato dalla Costa di S. Gaudioso e siccome l'atto eruttivo, in seguito al quale si venne formando l'apparato di Quarto, fu posteriore a quello che diede luogo al cratere di Pianura, è facile desumere che la esplosione più recente, mentre distrusse parte della preesistente cerchia, sostituì il nuovo materiale emesso a quello preesistente. Dove la sostituzione non si è verificata in modo radicale, l'esplosione stessa ha finito con lo squassare, in certo modo, data la vicinanza, la solidità della cerchia preesistente, rendendola più facile preda degli agenti esterni. Ne consegue che, quando si accese l'altro focolare vicino, che diede origine al cratere di Fondo Pisano, i materiali incoerenti di questo si depositarono sugli strati ancora esistenti, ma già fortemente sbrandellati, del tufo giallo, seguendo la loro direzione e pendenza. Analoghe circostanze si sono verificate per il cratere di Agnano. È noto che il semicerchio orien-

talè non appartiene all'argine di Agnano<sup>1)</sup>, ma costituisce il fianco esterno degli argini craterici degli Astroni, nella metà più settentrionale, e della Solfatara nella metà più meridionale, cioè dei due vulcani posteriori ad Agnano, che con le loro esplosioni distrussero metà della cerchia preesistente, della quale due zone mostrano particolarmente di essere state soggette ad una intensa azione erosiva. La prima è a Settentrione, dove una vera vallecola, il Cavone di Sartana, ha tra la testata e lo sfocio uno sviluppo di quasi un chilometro; la seconda a Mezzogiorno, a contatto con la Solfatara, è denominata regione Pisciarelli. In questa sfugge alla nostra vista la continuità delle altezze periferiche, perchè dalla distruzione è stata trasformata in una espansione pianeggiante. Dal che si può dedurre la circostanza che la maggiore intensità erosiva degli agenti esterni si è verificata in vicinanza dei due centri vulcanici, che hanno avuto successivamente la loro esplosione.

Anche nel cratere di Pianura una profonda incisione, ad W della strada, partendo dalla Costa di S. Gaudioso, poco oltre la masseria Bietola, si dirige verso il fondo del cratere, incisione che molto da vicino ricorda il Cavone di Sartana, ma il fatto che merita maggior rilievo è che, come per il formarsi della Solfatara, parte della cerchia di Agnano è stata squassata in modo da diventare facile preda degli agenti esogeni, che l' hanno trasformata in una espansione pianeggiante, così la stessa azione ha operata l'esplosione del cratere di Quarto sull' argine occidentale di Pianura. Di conseguenza, in parte per l' atto esplosivo stesso, in parte per il contributo da questo arrecato ad una più facile incisione da parte degli agenti esogeni, il materiale grigio incoerente, dovuto all' esplosione di Fondo Pisano, successiva a quella di Quarto, si è adagiato sui residui della cerchia di tufo giallo, dando all' osservatore l' impressione che l' argine di Pianura sia rimasto intatto, al-

1) DE LORENZO G. e RIVA, *Il cratere di Astroni nei Campi Flegrei*, Atti R. Acc. Sc. Fis. Mat. di Napoli, S. II, vol. XI, n. 8.

meno in massima parte, dalla Masseria Cancello a quella Pignatello.

Tanto da una accurata osservazione della carta, quanto direttamente dall'alto del Belvedere dei Camaldoli, appare manifesto che lo sprone, che si distacca dalla Costa di S. Gaudioso e raggiunge la masseria Cancello, costituisce l'argine occidentale di un apparato vulcanico distinto da Pianura, il quale ripiega a Sud con Torre Poerio e riprende la curva falcata fino al punto di contatto con un altro argine craterico, che gli tien dietro immediatamente; intendo dire quello di Montagna Spaccata. Anzi, dalla osservazione della carta, la sporgenza di Torre Lupa, che dal GÜNTHER<sup>1)</sup> è stata riconosciuta quale indizio della estensione della anteriore cerchia periferica di Agnano, sembra appartenere più al cratere di Fondo Pisano che all' Arciagnano. Infatti questa si continua con una cresta ubicata lievemente più ad Oriente, ma così decisamente staccata dai circostanti rilievi di Astroni e di Agnano, che sembra necessariamente svelare un qualche sottostante avanzo di cratere, situato a Nord di essi e perciò verosimilmente di quello di Fondo Pisano, tanto più che lo sprone, che si diparte dalla Costa di S. Gaudioso e raggiunge la masseria Cancello, è separato da questa da una profonda insellatura scavata dall' azione erosiva delle acque, lungo la quale parallelamente si svolge la strada. Ma dell'argomento discuterò più oltre. Per il momento è necessario intrattenersi su un'altra questione di capitale importanza, affacciata dal DAINELLI<sup>2)</sup>.

Osservando le forme ad anfiteatro, che si trovano tra Capodimonte, il Capo Posillipo ed i Camaldoli, egli infirma l' ipotesi del GÜNTHER, che si trattasse, in successione, di una serie di crateri, noti col nome di Soccavo, di Fuorigrotta, di Chiaia, di Napoli, perchè vede in questi circondi forme di demolizione probabilmente dovute all' a-

1) GÜNTHER R. T., *The Phlegraean Fields*, cit.

2) DAINELLI G., *Guida della escursione ai Campi Flegrei*, Atti XI Cong. Geogr. Ital., Napoli 1930, vol. IV.

zione del mare sopra le pendici esterne di un unico apparato vulcanico, di notevolissimo diametro. A ciò egli è indotto dall' osservazione del pendio regolarissimo con cui la collina dei Camaldoli scende a Settentrione verso la piana di Terra di Lavoro, fino a sfociare nel piano stesso. Caratteri simili egli nota nel pendio del Somma, ed in quello settentrionale del Gauro. Egli constata ancora che gli strati, visti nelle pareti opposte alle pendici più dolci, si presentano più o meno a reggi-poggio; così pure la presenza dell' acqua ai piedi della collina di Capodimonte non affiorante, ma profonda, gli fa escludere la possibilità che la forma ad anfiteatro tra Capodimonte ed il Vomero fosse il residuo di un antico argine craterico. In base a queste osservazioni avanza l' ipotesi che tutta la fascia collinosa tra Capodimonte ed il Capo di Posillipo spetti ad un grande cratere, nel cui perimetro rientrerebbero i saltuari affioramenti di tufo giallo della zona flegrea.

Questo cono ampio e depresso, dopo che emerse gradualmente dal fondo del mare, dovette via via essere demolito, tranne nel fianco settentrionale, in modo pressocchè simile alla demolizione del Gauro. Se questa ipotesi si può sostenere, egli osserva che deve seguire una distinzione in due fasi del II periodo di attività flegrea: nella 1.<sup>a</sup> fase si sarebbe avuto la costruzione di un grande unico apparato, nella 2.<sup>a</sup> la demolizione di questo, e il frazionamento del fenomeno esplosivo, che avrebbe dato luogo a numerosi piccoli apparati sulle rovine del grande apparato precedente.

Alla ipotesi del DAINELLI si può obiettare che nella zona collinosa da lui presa in esame non esistono strati reggi-poggio: nella zona compresa tra la collina del Vomero e S. Maria del Pianto abbiamo potuto ricostruire<sup>1)</sup> tre argini craterici, da noi denominati coi nomi di Capomonte, dei Ponti Rossi, e di S. Maria del Pianto, in base ai residui visibilissimi della quaquaversale interna ed

---

1) CASTALDI F., *I crateri orientali di Napoli*, Bulletin volcanologique, Série II, t. II, 1937.

esterna : lo stesso ha potuto riscontrare il PARASCANDOLA<sup>1)</sup> per il cratere di Chiaia e per una serie di altri apparati, quali quelli di Fuorigrotta, di S. Strato, della Rotonda, di Coroglio.

Circa poi la osservazione del DAINELLI che nel fondo dei crateri non dovrebbe trovarsi acqua saliente, perchè la falda acquifera sarebbe stata distrutta dai fenomeni esplosivi, si può osservare che, data la rapidità con cui gli atti eruttivi si susseguirono e la potenza degli strati di tufo, le falde acquifere discendono tanto nel versante esterno quanto in quello interno di un cratere, inquantocchè la crinale ha funzione di linea dispuviale sia per le acque superficiali sia per quelle imbevute dalla massa tufacea, le quali alimentano in profondità la falda freatica. Se a queste acque si aggiungono altre di provenienza più remota o, per alcuni luoghi, quelle giovanili, non desta meraviglia se risalgono alla superficie lungo le linee di frattura della massa tufacea, sia termali sia fredde, ovvero mineralizzate o non mineralizzate. Per Napoli ricordiamo, ad esempio, le acque del Chiatamone, quelle del Castel dell'Ovo, di S. Pietro Martire, di S. Maria La Nova, di Piazza del Leone a Mergellina ; ricchissima, poi, di acque termali e mineralizzate è la conca d' Agnano, mentre salienze si rinvengono a Baia e a Lucrino, lungo la linea della battigia o poco oltre ; è noto l'affioramento termale presso le rive orientali del lago Fusaro ; anche a Bagnoli la falda è utilizzata a scopo termale ; a Pozzuoli avvenne lo stesso. A togliere, poi, ogni dubbio sulla presenza di acque nelle zone occupate da crateri, basta ricordare che l'isola di Ischia deve la sua fama alle virtù terapeutiche delle numerose acque termo-minerali, e così pure il cratere dell'Averno è trasformato in lago per la salienza di vene acquifere<sup>2)</sup>.

In particolare la presenza di solchi radiali sulle pen-

1) PARASCANDOLA A., *I vulcani occidentali di Napoli*, Bollet. della Società dei Naturalisti in Napoli, vol. XLVIII, 1936.

2) PARASCANDOLA A., *Il bacino idro-termale del Lucrino e dell'Averno nei Campi Flegrei*, Boll. Soc. Nat. di Napoli, vol. XLVIII, 1936.

dici interne del cratere di Pianura fa senz'altro escludere la ipotesi che si tratti di un circoide dovuto all'erosione marina.

Siccome gli apparati craterici dei Campi Flegrei son dovuti ad un atto esplosivo, le ceneri, le pomici, i lapilli, che costituiscono i tufi più o meno cementati, spinti in alto dalla violenza dell'esplosione, obbedendo alle leggi di proiezione e di gravità, si depositarono intorno alle bocche, da cui erano stati eruttati, formando, così, coni piuttosto larghi e deppressi, con crateri spesse volte larghi e profondi. Siccome il materiale lanciato in alto dall'esplosione era di natura uniforme, questo si accumulò sotto forma di strati, e di esso la maggior parte si riversò nel pendio esterno, e la minor parte nel pendio interno, per cui la pendenza degli strati costituenti la quaquaversale interna è più forte rispetto a quella degli strati della quaquaversale esterna. Naturalmente differente dove risultare l'intaccatura operata dalle acque dilavanti sui fianchi interni od esterni di ogni singolo apparato.

Il GÜNTHER, infatti, nello stabilire la morfologia delle colline e delle valli dei Camaldoli, nota acutamente che alcuni pendii sono simili alle superficie esterne dei coni (pendii-coni) altri sono simili alle superficie interne degli imbuti (pendii - crateri), per cui appare manifesto che essi costituirono i fianchi interni ed esterni di un vulcano. L'acqua piovana, che scorre alla superficie di questi pendii in gran parte ha operate profonde intaccature, conosciute comunemente col nome di cupe o di cavoni, che il GÜNTHER denomina valli di coni e valli di cratere. Delle principali aree imbrifere, che hanno rapporto coi Camaldoli, quattro sono drenate da valli di cratere, una da valli di cono; a queste prime quattro appartiene l'area imbrifera di Pianura, che mostra solchi radiali centripeti nelle pareti interne, il che sta a conferma, quasi che non bastasse la pendenza e direzione degli strati, che tali valli sono state scavate nella quaquaversale interna di un argine craterico e non in una semplice parete di un circoide

di erosione marina: altrimenti non potremmo spiegarci la disposizione radiale centripeta delle valli stesse.

#### Relazioni del cratere di Fondo Pisano

Dopo Pianura, il cratere più notevole di quelli che circondano Quarto, è Fondo Pisano. Indubbiamente le esplosioni, che diedero luogo a tale apparato, furono posteriori a quelle che originarono Quarto, in quanto che l'argine craterico del primo, a ridosso dell'argine di Quarto, non appare per nulla interrotto o disturbato da questo; cosa impossibile se il focolare di Quarto avesse esploso posteriormente, data la potenza dell'atto o degli atti esplosivi stessi, che originarono un cratere di proporzioni molto più vaste. Già il BREISLAK<sup>1)</sup> e il DE STEFANI<sup>2)</sup> descrissero la parte orientale di Fondo Pisano, ma al DE LORENZO<sup>3)</sup> spetta il merito di avere bene individuato il cratere. Egli, infatti, si esprime in questi termini: « Nel primo sottoperiodo il bacino dei crateri di Pisano si è formato nella regione di Fossa Lupara. Qui prende il nome di crateri di Pisano per un grande bacino, che è circondato a nord dal Monte Viticella, ad est dalla elevazione del Cancello, a sud dal cratere esterno degli Astroni e di Traversa di Campana, sul quale il vulcano di Fossa Lupara si eleva. Questo bacino, del diametro di circa 2 Km., presenta una forma irregolare ed è stato formato almeno da due esplosioni, su due punti l' uno accanto all' altro, probabilmente nello stesso tempo dell'esplosione del cratere di Montagna Spaccata. La parte occidentale del medesimo sarebbe anche un cratere, e il promontorio della Torre Poerio è rimasto fra i due crateri. »

Sulla parte meridionale del bacino non esiste alcuna traccia morfologica per conoscere la sua forma, essendo

<sup>1)</sup> BREISLAK S., *op. cit.*

<sup>2)</sup> DE STEFANI C., *op. cit.*

<sup>3)</sup> DE LORENZO G. e SIMOTOMAI H., *I crateri di Fossa Lupara nei Campi Flegrei*, Atti R. Acc. Sc. Fis. Mat. di Napoli, Vol. XVI, S. 2<sup>a</sup>, n. 5.

stata quella coperta dai materiali di Astroni. In ogni modo, però, Traversa di Campana è morfologicamente una parte del recinto del gruppo dei crateri di Pisano ».

Attualmente dell' antica cerchia di Pisano è riconoscibile a prima vista soltanto la parte settentrionale e quella orientale, cioè il tratto di argine, che si inizia di fronte al sentiero di Masseria S. Martino, si articola intorno alla sporgenza di Torre Poerio e raggiunge Cancello. L' argine occidentale è stato distrutto dall' esplosione dei crateri di Fossa Lupara e l' argine meridionale dall' esplosione di Astroni, ma non completamente però, in quanto è ancora facilmente riconoscibile un tratto a SE, a cui si dà il nome di Traversa di Campana.

Il GÜNTHER osserva, a proposito dei rapporti tra il Cigliano e Astroni, una specie di cresta, la quale congiunge il primo con il secondo apparato in prossimità di Torre Nocera, alla quale il DE LORENZO dà grande significato, in quanto suppone che possa risultare dall' accumulo dei materiali dei due centri eruttivi, anche perchè si presenta poco pronunziata. In effetti da un attento esame da me eseguito sul posto risulta corrispondente al vero la opinione del DE LORENZO. Ma è un' altra cresta che, dipartendosi da Astroni, si spinge verso i crateri di Fossa Lupara, che attira l'attenzione del visitatore. Questa, a cui il GÜNTHER diede il nome di « Pacifico Ridge », si distacca così decisamente dal cratere di Astroni a NW, che fa pensare al DE LORENZO che non sia il caso di vedervi un avanzo di un cratere anteriore, e propriamente appartenente alla cresta craterica situata ad ENE dei crateri di Fossa Lupara, i quali sarebbero quindi sorti nel centro di questo antico vulcano a recinto. La cresta in parola è indicata nelle carte topografiche col nome di Traversa di Campana, e termina nei pressi della masseria S. Martino, propriamente a W del Sepolcreto romano; il suo punto esterno si arresta ai margini sud-occidentali dei crateri di Fossa Lupara, proprio di fronte allo sprone, nel quale si congiungono gli argini di Montagna Spaccata con quelli di Fondo Pisano. È un caso analogo a quello osservato

prima dal GÜNTHER e poi dal DE LORENZO nei riguardi dei rapporti tra Agnano ed Astroni. Come la cerchia craterica del primo apparato non si arresta al Monte Spina, ma prosegue verso la Solfatara, e al di là di questa, il che appare evidente nella lunga ed alta cresta, che congiunge il ciglio della Solfatara alla Torre Nocera, cioè all' orlo craterico di Astroni; come ancora l'altra cresta, cioè quella di Torre Lupara, scendendo verso NE, rappresenta il modellamento del presieguo dell' antica cerchia di Agnano, distrutta dall' esplosione successiva di Astroni, così la Traversa di Campana costituisce il modellamento del prossieguo del soggiacente argine di Fondo Pisano, interrotto ad W dall' eruzione dei crateri di Campana, o prima ancora, come dimostreremo in seguito, dall' atto esplosivo, che diede luogo al cratere di Montagna Spaccata; a S dall' esplosione degli Astroni e forse in piccola parte dalla esplosione anteriore di Agnano. Infatti, se osserviamo una carta topografica, la cresta di Torre Lupara, che, come indica il DE LORENZO, congiungerebbe l' orlo settentrionale di Astroni col fondo del lago di Pianura, prosegue non perfettamente verso il fondo di quest' argine appartenente al secondo periodo, ma in direzione di Cancello, cioè in direzione del fianco esterno di Fondo Pisano, dal quale è interrotta da una cupa abbastanza profonda, originata dall' azione erosiva delle acque, parallelamente alla quale passa la strada, che, in questo tratto, si svolge in trincea. Verrebbe spontaneo, quindi, il pensare che la cresta di Torre Lupara costituisca la testimonianza di una cerchia preesistente, che non doveva appartenere all' argine di Agnano (Arciagnano del GÜNTHER) ma piuttosto a quello di Fondo Pisano. Però tanto da una minuziosa ed esatta osservazione sul luogo, quanto dal colpo d' occhio, che si ha dall' alto del Belvedere dei Camaldoli su questo complesso di vulcani, che si son distrutti a vicenda, e i cui avanzi oggi costituiscono un groviglio a prima vista indissolubile, si può ricavare che quella specie di cresta, protendentesi verso l' argine occidentale di Fondo Pisano, non si diparte propriamente da Torre Lupara, ma un pochino più ad E di essa, e propria-

mente a N del cavone di Sartania. A NE di questa cresta si profila un altro tenue rilievo, che da Masseria Grande raggiunge Cancello, rilievo che non segue il modellamento della cresta stessa, e che nello stesso tempo la include. Si tratterebbe, quindi, non di una cresta traditrice del modellamento di un antico argine craterico, ma di una forma di erosione, dovuta alla potente azione demolitrice degli agenti esterni, e in particolare delle acque correnti, le quali, come già in precedenza abbiamo detto, hanno contribuito a trasformare e distruggere la cerchia craterica di Agnano, specie nei punti di contatto con i due argini successivi, cioè con quello degli Astroni (cavone di Sartania) e con quello della Solfatara (regione Pisciarelli). In tal caso Torre Lupara rimane come estremo lembo superstite del primitivo argine dell'Arciagnano: ed infatti, se prestiamo bene attenzione dall'alto del Belvedere dei Camaldoli, guardando verso Torre Lupara, si osserva che a questa si ricongiunge la cerchia di Agnano, per quanto sfiancata ed erosa, non tanto, però, da non svelare la quaquaversale esterna, che si protende verso Cancello.

Parimenti, verso Cancello si protende l'ultimo lembo meridionale rimasto ancora illeso del cratere di Fondo Pisano. Il punto d'incontro dei due argini è rappresentato dalla cupa lungo la quale si svolge la strada. Se il rilievo montagnoso, che da Cancello si addossa agli Astroni e con esso si salda a Torre Lupara appartenesse a Fondo Pisano, non potremmo osservare la pendenza degli strati verso il basso, per i quali all'osservatore il rilievo in questo punto si presenta sotto forma di pendio. Dal predetto è logico dedurre che l'atto esplosivo, a cui si deve il cratere di Fondo Pisano, è anteriore all'atto esplosivo che formò la cerchia craterica di Agnano, e che quindi la parte dell'argine orientale del primo apparato, che oggi manca del tutto, fu distrutto dall'esplosione di Agnano, mentre l'argine meridionale dall'atto esplosivo, che diede origine ad Astroni. Ed anche questo solo in parte molto limitata, se, seguendo l'opinione del GÜNTNER, ricostruiamo la primitiva cerchia di Agnano, facendola passare per i due punti

obbligati di Torre Lupara e di Torre Nocera, descrivendo un circolo, in cui viene inclusa anche la massa trachitica di Caprara, che, come il DE LORENZO ha dimostrato, è preesistente all'eruzione di Astroni.

Circa la tettonica, il DE LORENZO osserva che il bacino di Fondo Pisano, di forma irregolare, sarebbe stato formato almeno da due esplosioni, su due punti, l'uno accanto all'altro. Piuttosto che considerare due apparati distinti, le cui cerchie si sarebbero incontrate e fuse nello sprone di Torre Poerio, siamo indotti, per analogia col cratere dei Fondi di Baia, a considerare l'apparato di Fondo Pisano costituito dai tufi venuti fuori da un'apertura distoma « derivante, come il D' ERASMO <sup>1)</sup> ammette per i Fondi di Baia, da una suddivisione terminale del condotto vulcanico, intorno alla quale si accumulò, con la solita disposizione dei coni tufacei, il materiale eruttato ».

#### Relazioni col Cratere di Montagna Spaccata

Il terzo apparato, che ha diretta relazione con Quarto, è Montagna Spaccata. La ricostruzione di quest'argine craterico offre maggiori difficoltà di quelli precedenti, dato lo stato di disfacimento in cui esso si trova. La parte meglio conservata è quella settentrionale. Se osserviamo gli strati, dove l'antica via Campana passa, con profonda trincea, nel Piano di Quarto, possiamo facilmente constatare che hanno più di 50 metri di spessore e che inclinano verso N di 15°; pertanto da una massima altezza di m. 120, proprio dove s'inizia l'intaccatura artificiale, si raggiunge, in breve, la quota di m. 50. La sezione geologica, che si osserva sul posto oltre la predetta intaccatura, sta a dimostrarci che, data la diminuzione in generale degli strati verso N e l'inoltrarsi di questi nella parte meridionale dell'argine di Quarto, i materiali tufacei e scoriaei

1) D'ERASMO G., *I crateri della pozzolana nei Campi Flegrei*, Atti R. Acc. Sc. Fis. Mat. di Napoli, vol. XIX. S. II, n. 1, p. 39 dell'Estratto.

sono traboccati dal bacino di Montagna Spaccata e non da Quarto, come del resto anche il DE LORENZO ha osservato<sup>1)</sup>. Così pure il tratto dell'argine meridionale di Quarto, da Case De Pasquale al solco inciso dalle acque, che partendo da W del sentiero fra Masseria Carrara e il primo ponte sulla Direttissima, oltre la strettoia della trincea romana, raggiunge Masseria Mastrilli, risulta appartenere alla quaversale esterna di Montagna Spaccata e non a quella interna di Quarto. Di ciò offrono prova non solo le osservazioni stratigrafiche, ma l'esame del materiale stesso, la cui sezione naturale si mostra a destra della strada a chi proviene da Pozzuoli. Tale materiale si può dividere in tre banchi, o meglio, strati, con la inclinazione verso N di 15°. Quello superiore è costituito da tufo grigio scarsamente pomicioso, piuttosto compatto, soverchiato da un mantello di *humus* ed inciso da solchi di erosione seguenti la direzione dello strato. Il tufo in qualche punto si presenta alterato dalle acque piovane, che talvolta hanno modificato il colore, dando alla superficie esterna una tinta giallognolo chiara. Limitati depositi di pomici, che presentano la grossezza all'incirca di una ciliegia, sono inclusi qua e là nel tufo grigio.

Il secondo strato è caratterizzato da un considerevole deposito di scorie spongiosi e fortemente soffiate, friabilissime, di colorito bruno, alterate all'esterno dalle acque meteoriche, che hanno dato ad esse un colorito terrosogrigiastro e un aspetto di legno disseccato. Alle scorie si aggiungono frammenti trachitici di piccole dimensioni e pomici fortemente soffiate, spongiosi, fragilissimi, per lo più di dimensione e forma pisolitica. Nelle pomici si rinvengono fanerocristalli di biotite. Sono aggiunti ancora pezzi di tufo giallo, piuttosto arrotondati, smussati agli angoli e di dimensioni limitate, che a loro volta contengono spesso inclusi trachitici.

---

<sup>1)</sup> DE LORENZO G., *I crateri del M. Gauro nei Campi Flegrei*, Atti R. Acc. Sc. Fis. e Mat. Napoli, vol. XVI, S. II, n. 10.

Il terzo strato, quello superiore, è costituito da tufo grigio, intercalato da lapilli e pomici per lo più di piccole dimensioni, nè mancano frammenti di scorie identiche a quelle descritte.

Ma quanto più ci avviciniamo all'intaccatura della Montagna, notiamo che al di sopra del I strato è depositato un altro strato di pomici, tufi e proietti scoriacei e trachitici, simili a quelli costituenti il II strato. Al di sopra ancora di questo è depositato un altro strato simile a quello n. 1.

In ogni modo, quello che possiamo osservare a prima vista, è la grande abbondanza di scorie. Già il DE LORENZO<sup>1)</sup> aveva notata la presenza di una grossa fascia di scorie rosse e nere alla Montagna Spaccata, dove la via Campana si inoltra nella trincea, fascia che tuttora è visibilissima a chi proviene dalla via di Soccavo ed è giunto in vicinanza del nostro apparato. Ancora lo stesso DE LORENZO<sup>2)</sup>, in un altro suo studio, aveva scritto che « nella galleria della Direttissima fra Napoli e Roma, sotto il luogo della Montagna Spaccata, si trova uno strato di scorie erose con frammenti di conchiglie ».

Rimane, dunque, assodato che il cratere di Montagna Spaccata abbia in un determinato momento emesse scorie, e riccome queste compaiono negli strati che inclinano a N, oltre l'intaccatura romana, tali strati fanno parte della quaquaversale esterna di Montagna Spaccata, e pertanto dimostrano la priorità di Quarto rispetto a quest'ultimo cratere, che col suo atto eruttivo, interruppe a Mezzogiorno la cerchia del preesistente apparato, inserendosi in questo, benchè limitatamente, a breve tratto dell'argine settentrionale.

Ritornando ai depositi di scorie, che si rinvengono nel cratere di Montagna Spaccata, premetto che la sezione naturale geologica ed i caratteri delle rocce che la compongono furono studiati dal DEECKE e dal DE STEFANI.

1) DE LORENZO G., *L'attività vulcanica nei Campi Flegrei*, ecc.

2) DE LORENZO G., *I crateri del Gauro*, ecc.

Nella medesima sezione essi osservarono strati di scorie laviche, composte di ossidiana, lapilli e materiali allogenici, che si seguono dal basso in alto, quali scorie laviche porose e fini, di color bruno, scorie laviche medie, di color rosso con molti blocchi di tufo giallo, scorie laviche più compatte e più grossolane, di color nero. Oltre a questi prodotti, nella sezione geologica abbiamo avuto modo di

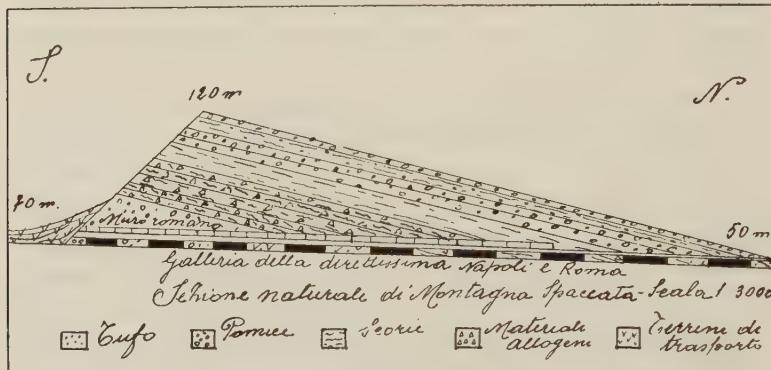


Fig. 1.

osservare, come del resto già abbiamo riferito, un deposito di scorie piuttosto pumicee, che ci ricordano molto da vicino quelle situate all'ingresso di Astroni, composte da una massa vettrosa, nerastra o bruna, rossastra talvolta alla superficie, assai bollosa, a fragili filamenti vetrosi raggruppati a fasci, senza raggiungere la delicatezza e la sottiligiezza delle fibre pumicee vere e proprie; così pure manca alla superficie la patina bianca o cenerognola, costituita da soffici fibre vetrose, che di solito si riscontra nelle pomici.

Ma il materiale, che in massima parte costituisce il cratere di Montagna Spaccata, è il tufo grigio. Non è facile distinguere il materiale venuto fuori in seguito all'esplosione, che ha dato origine a questo apparato, dal materiale emesso dai crateri di Fossa Lupara, data la vicinanza degli argini e specialmente se si considera che appunto alla formazione di quest'ultimo si deve attribuire la distruzione di gran parte della cerchia orientale e forse anche meri-

dionale di Montagna Spaccata. Perciò non si può escludere che la superficie del recinto in esame sia parzialmente coperta dai materiali di Fossa Lupara. Tuttavia dobbiamo anche ammettere che, data l'impalcatura fondamentale di tufo grigio, che costituisce questo cratere, la massa ad E della intaccatura artificiale, come quella sottostante alle brecce situate in alto, di fronte alla via proveniente da Soccavo, e così pure la massa, che si inoltra nella cerchia di Quarto, di fronte alla sezione geologica naturale e il tufo stesso sottoposto e sovrapposto agli strati lavici di questa, e quello ricoprente una parte del fianco settentrionale del Monte Corbara siano stati rigettati senz'altro dal cratere di Montagna Spaccata. Così anche il tufo che forma la collina di Crisci appartiene al nostro apparato.

Per quanto la forma del cratere di Montagna Spaccata sia frammentaria, in modo che non è facile ricostruirne la cerchia, tuttavia non possiamo disconoscere che questa si estenda fino al rione Castagnaro quasi a ridosso del fianco nord-orientale di Monte Corbara. Del deposito di tufo giallo, che si rinviene ad Occidente del nostro apparato, abbiamo già discusso nel precedente capitolo. Pertanto, durante l'esplosione del tufo grigio, il materiale incoerente subaereo si depositò sulla carcassa del primitivo vulcano per un tratto; per il rimanente formò l'argine con soli depositi di tufo grigio, includendo nella cerchia la collina di Crisci, che attualmente si eleva di 81 m. sul livello del mare a forma isolata e con cima piana e quasi circolare. Se è verosimile ricostruire in tal modo la genesi di Montagna Spaccata, non costituirà più un ostacolo alla inclusione della collina di Crisci nella cerchia del vulcano in questione il fatto che nella base occidentale e nelle adiacenze della collina non si nota la presenza di tufo giallo. È più naturale invece ammettere che tale collina offra una schietta documentazione per l'attribuzione di Montagna Spaccata al terzo periodo esplosivo dei Flegrei ad onta dei depositi di tufo giallo a ridosso del M. Corbara.

I rapporti tra Montagna Spaccata, Fondo Pisano e Campana non sono difficili a ricostruirsi. Saremmo propensi

QUARTO

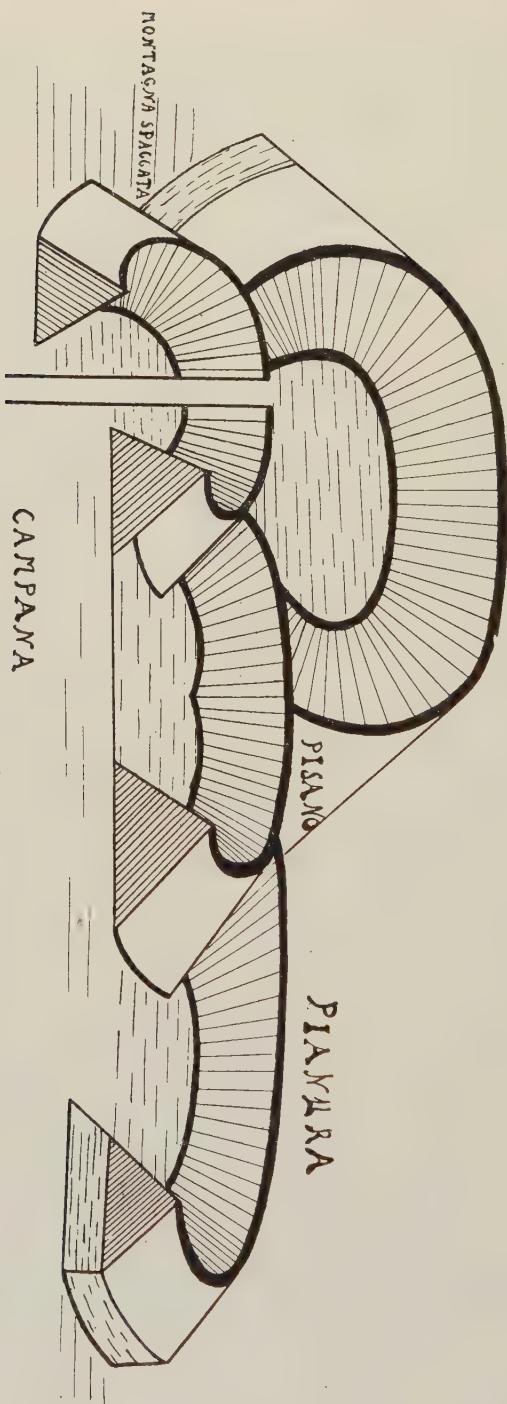


Fig. 2.

a credere che le esplosioni di Montagna Spaccata siano avvenute posteriormente a quelle di Fondo Pisano; infatti, mentre l'argine occidentale di Montagna Spaccata giunge fin oltre Masseria Carrara, l'argine orientale manca del tutto, o è appena accennato, perchè si arresta allo sprone, che salda i due crateri di fronte al sentiero che dalla strada di Soccavo si dirige a Masseria S. Martino. Quella parte della cerchia occidentale di Fondo Pisano che è in continuazione di Traversa Campana, non sarebbe stata distrutta dalle esplosioni dei crateri di Campana, se questi con la base si addossano quasi a Torre Poerio, e pure non hanno demolito tale sprone, mentre l'argine occidentale, ricostruito idealmente, sarebbe passato molto più distante di quanto attualmente Torre Poerio disti dai crateri stessi di Fossa Lupara. Le esplosioni, invece, di Montagna Spaccata, da un lato, avrebbero distrutto quella parte che manca tra Traversa di Campana a S e lo sprone, in cui si saldano i due apparati a N, dall'altro, avrebbero accumulato il materiale costituente l'argine orientale, addossato a quello dei crateri di Fossa Lupara. Pertanto tale argine sarebbe stato demolito molto facilmente dall'esplosione di questi ultimi, in modo da rendere la regione, tanto tormentata dal fuoco, nelle condizioni in cui oggi si offre alla vista del visitatore

#### Cronologia degli apparati del terzo periodo

Riassumendo quanto si è scritto nei precedenti paragrafi sulle relazioni di Quarto con i crateri limitrofi, si può concludere col dire che il nostro vulcano è stato il primo della serie di apparati costituiti dal materiale incoerente del 3º periodo flegreo.

Due argini hanno avuta diretta relazione col nostro, e sono quelli di Fondo Pisano e di Montagna Spaccata, i quali inserendo la loro cerchia in quella preesistente di Quarto, hanno fatto subire a questa ondulazioni e variazioni. Così nel lato meridionale, nei pressi della intaccatura artificiale in cui procede la via Campana, la cerchia di Quarto, all'osservatore, che volge intorno lo sguardo

dal centro del cratere, si mostra apparentemente intatta ; eppure, proprio da quel lato, essa è interrotta per l'insersione della cerchia di Montagna Spaccata, onde gli strati che s'immergono verso il centro del cratere, invece di costituire la quaquaversale interna del primo, formano quella esterna del secondo.

Dal complesso di osservazioni fatte, viene spontaneo trarre una deduzione : che l'atto eruttivo del 3º periodo si è andato spostando nella successione delle manifestazioni stesse, da N verso S, cioè dalla piana campana verso il mare. Così, mentre i primi focolari si accesero proprio al confine stesso della pianura, dando luogo al più grosso cratere, di cui rimangono vestigia nei Campi Flegrei, che è quello di Quarto, le ultime manifestazioni di questa attività endogena si svolsero proprio sulla costa del mare, e in un periodo molto vicino a noi, con la formazione del piccolo apparato di Monte Nuovo.

Il DE LORENZO, nel suo noto lavoro sui crateri di Fossa Lupara, stabilì una cronologia della successione degli atti esplosivi del 3º periodo, della quale già ho fatto cenno all'inizio del capitolo.

Già precedentemente, in un altro pregevolissimo studio, a cui più volte siamo ricorsi nello svolgimento della presente indagine, aveva stabilito una cronologia delle eruzioni sottomarine e subaeree ; suddivise le prime in due periodi, l'uno del piperno, dei tufi pipernoidi e delle brecce « museum », l'altro dei tufi gialli. Il 3º periodo, invece, cioè quello del tufo grigio, appartiene per intero alle eruzioni subaeree. Di questo egli presenta al lettore il seguente specchietto, ordinato in maniera cronologica :

Eruzioni sottomarine      Eruzioni subaeree

			Eruzioni ed eruzioni di ceneri, lapilli pomicci, sciolte o consolidate in tufi	Eruzioni di scorie e di lave
		Monte Nuovo		
	Fondi di Baia			Scorie di Monte Nuovo
	Averno			Leucotefrite dell'Averno
	Monte Grillo	Crateri interni di Astroni e vulcanetti di Cigliano, Campana, S. Teresa, Crisci, ecc.		Lave recenti della Solfatara (Olibano) — Lave dei crateri interni di Astroni — Scorie dei crateri di Campana.
	Monte Ruscello	Formazioni della cerchia esterna di Astroni.	Eruzioni e fumarole della Solfatara	Lave antiche della Solfatara
		Eruzioni detritiche di Agnano		Scorie di Monte Spina e massa trachitica della Caprara.
		Eruzioni di Fuorigrotta, Soccavo, Pianura, Quarto, ecc.		Eruzioni scoriacee di S. Maria del Pianto, Ponti Rossi, Montagna Spaccata, Fondo Riccio e Concola.
Primo periodo	Secondo periodo	Tufo giallo di Nisida, Posillipo, Vomero, Capodimonte, Camaldoli, Gauro, Pozzuoli, Quarto, Monte di Cuma, Monte di Procida, Miseno, ecc.		Masse trachitiche di Montesanto e del Vomero?
		Brecce e conglomerati dei Camaldoli, di Cuma, di Monte di Procida, di Montesanto, ecc.		Lave scoriacee di Cuma, di Monte di Procida, ecc.
		Tufi pipernoidi della Campania.		Piperno-tachite di Cuma

Posteriormente, nel citato lavoro sui crateri di Fossa Lupara, riordinò la cronologia degli atti eruttivi del 3º periodo, suddividendolo in tre sottoperiodi distinti. Non è nostra intenzione discutere quanto ha asserito il DE LORENZO, che è il più autorevole e dotto illustratore dei Campi Flegrei; con la presente indagine è stata nostra intenzione, completare, per quanto ci sia riuscito possibile, l'opera del Maestro con ulteriori ricerche e osservazioni. Perciò nel far cenno di una possibile cronologia della formazione degli apparati di tufo grigio, ci limitiamo soltanto a quelli che, comunque, direttamente o indirettamente, abbiano avuto relazioni con Quarto o con i vulcani, che hanno disturbato, con la loro cerchia, quella preesistente di Quarto.

L'argine di questo nostro cratere è stato il primo tra quelli costituiti dalle esplosioni del tufo grigio, ed ha avuto contatto solo con quello preesistente di Pianura, di tufo giallo, distruggendone parte e sovrapponendo il proprio materiale, che oggi forma come già abbiamo detto in altro capitolo la costa di S. Gaudioso.

Successivamente a Quarto si accesero i fuochi, da cui vennero fuori i materiali, che, accumulandosi, originarono il cratere distoma di Fondo Pisano; come ultimo si ebbe la formazione del cratere di Montagna Spaccata. Posteriormente a Fondo Pisano si ebbero le esplosioni di Agnano, o meglio dell'Arciagnano del GÜNTHER, di cui rimangono manifeste prove nelle due creste di Torre Lupara e di Torre Nocera, che oggi si dipartono dal posteriore argine di Astroni; infine i due apparati, successivi l'uno all'altro, e posteriori ad Astroni, cioè quello di Fossa Lupara e l'altro, più piccolo, del Cigliano, completano la serie.

Avremmo avuto in animo di stabilire, per completare la cronologia di questa zona flegrea, i rapporti fra la Solfatara, Agnano ed Astroni. Come è noto, tufi alterati dall'azione fumarolica, che potrebbero appartenere ai materiali della Solfatara, sono sottoposti a tufi pomicei ed incoerenti di Astroni; dal che si dovrebbe dedurre la priorità del primo apparato rispetto al secondo: ma se si considera che entrambi i crateri si sono formati nella cer-

chia anteriore dell'Arciagnano, questo materiale potrebbe attribuirsi all'anteriore seppellita cerchia di Agnano, ridotto in tale stato di alterazione dalla prossimità dei fuochi della Solfatara stessa. Tuttavia, come il **DE LORENZO** osserva, bisogna aver presente che la Solfatara è composta di materiale frammentario e lavico, che avrebbe potuto avere una maggiore durabilità rispetto al materiale incoerente degli Astroni, e quindi quel vulcano avrebbe potuto formarsi prima di questo. Si badi ancora che il materiale della Solfatara, piuttosto che dimostrarsi gradatamente sfumato, rimane circoscritto in un'area ben delimitata, il che farebbe supporre che quei tufi variegati in colori gialli, rossi e paonazza siano originari della Solfatara e non siano alterazioni di preesistenti materiali. Infine, fermandoci alla sola osservazione della attuale morfologia di Astroni e della Solfatara, potremmo asserire che il primo cratere sia anteriore al secondo, inquantocchè il suo fianco esterno, che guarda Agnano, è inciso da numerosi solchi vallivi, mentre i fianchi esterni di Astroni risultano quasi intatti.

Ancora, se è vero quanto abbiamo affermato nel presente capitolo, che l'azione demolitrice degli agenti esterni, si è manifestata più intensa là dove un argine craterico è venuto a contatto con un argine successivo, perchè la nuova esplosione ha sconquassata e resa più friabile la cerchia nel punto di innesto, dovremmo affermare che, date le numerose incisioni sui fianchi della Solfatara, questa dovrebbe essere anteriore ad Astroni. Nè si può dire che tale degradazione più intensa della Solfatara sia dovuta allo stato di alterazione dei materiali, che costituiscono i suoi fianchi, perchè questi, cotti e cementati dall'azione fumarolica, presentano, indubbiamente, una tenacia maggiore delle friabili pomici e degli incoerenti banchi di tufo grigio, che costituiscono Astroni. Si potrebbe solo obiettare che la presenza delle fumarole, mentre da una parte ha cementato il materiale, dall'altra ha allontanato da questo la vegetazione: e tutti sanno che importanza protettiva essa eserciti nella conservazione dei nostri apparati.

Varie sono dunque le conclusioni che si possono trarre, e non è facile aderire con una certa veridicità all'una o all'altra. Occorre un attento e profondo esame dei materiali e delle condizioni generali tettoniche e morfologiche degli apparati stessi, il che ci avrebbe decisamente allontanato dal tema propostoci. Tuttavia « quod differtur non aufertur ». Nel prosieguo delle nostre ricerche flegree, che tuttora sono in atto, speriamo di potere, in un certo qual modo, dipanare la complicata questione.

### Morfologia

Nei precedenti capitoli sulla tettonica e sulle relazioni con i vulcani limitrofi abbiamo fatto cenno alle forze sprigionatesi dal grembo della terra, che, esplodendo, portarono alla luce il materiale, il quale, ammassandosi secondo determinate leggi, originò il cono o i coni vulcanici presi in esame.

In questo capitolo ci indugeremo ad elencare le forze provenienti dal di fuori, che singolarmente e collettivamente contribuirono al disfacimento parziale dei primitivi apparati, dando ad essi l'aspetto, che oggi mostrano all'occhio dell'osservatore. Pertanto distingueremo tali forze esogene in fisiche ed antropiche; tra le prime vanno ricordate le acque, sia marine, sia meteoriche, il vento, la flora e la fauna. Le seconde possono riassumersi nell'attività dell'uomo, che con la sua incessante opera modificatrice, adatta la superficie terrestre, per quel tratto ove è costretto a vivere, alla sua particolare esigenza, per cui, mentre subisce le condizioni dell'ambiente naturale, lo trasforma, con opera industre e continua almeno per quanto gli riesca possibile, per attenuarne le asprezze e gli svantaggi al fine di renderlo più idoneo alle particolari esigenze della vita umana e civile.

Per tanto ci indugeremo ad esaminare la morfologia dei tre apparati, il cui studio costituisce l'oggetto della presente indagine, cioè dei crater di Pisano, Montagna Spaccata e Quarto.

### Cratere di Pisano

Nel capitolo relativo alla Relazione di Quarto con i vulcani limitrofi abbiamo tentato di ricostruire la successione all'atto esplosivo di Quarto, Fondo Pisano e Montagna Spaccata e siamo giunti alla conclusione che questi tre vulcani vanno disposti cronologicamente nel modo sopra detto.

In altro capitolo, quello riguardante la Tettonica, abbiamo concluso, in seguito anche alle osservazioni ed alle deduzioni del DE LORENZO, che le esplosioni, almeno le prime, di Montagna Spaccata ebbero luogo sotto il livello del mare, alla stregua delle prime stesse esplosioni, che diedero luogo al bacino dell'Averno. Abbiamo anche osservato, in conseguenza di dati stratigrafici e di depositi di materiali scoriacei frammati a conchiglie, che anche le prime esplosioni di Quarto furono subacquee; dunque, ne segue che anche le esplosioni del bacino Pisano furono sottomarine. Tuttavia è bene osservare che il tempo intercorso fra i primi atti esplosivi dei singoli vulcani dovette essere di brevissima durata. Dal che è facile dedurre che, mentre il materiale costituente l'argine meridionale di Fondo Pisano si andava ammassando nel fondo del mare, in parte fu asportato dalle correnti e dall'azione abrasiva del moto ondoso; meno intaccato fu l'argine occidentale, di cui rimane un frammento nella Traversa di Campana, perchè protetto dai residui dell'Arciquarto e dal Gauro; ma intanto le esplosioni da sottomarine diventarono sub-aeree e ben presto il nuovo materiale accumulatesi venne spazzato dagli atti esplosivi di Astroni e di Campana, mentre il formarsi di Montagna Spaccata, ancora in periodo subacqueo, aveva già demolito il tratto che da quota 154, dove attualmente i due argini si confondono, giunge all'inizio di Traversa Campana.

Nè, d'altra parte, il dilavamento delle acque piovane ha mancato di dare il suo contributo alla distruzione dell'apparato.

È vero che i solchi torrentizi non sono numerosi; mancano, ad esempio, quelle gole profondamente incise, note col nome di cupe o cavoni, quali quelle, che drénano le acque dallo sprone dei Camaldoli verso il Piano di Quarto. Potrei ricordare soltanto due accenni a minuscoli sistemi idrografici, offerti, l'uno, da un soleo torrentizio compreso fra Astroni e il residuo dell'argine orientale di Pisano, soleo, che partendo da Masseria Cancello, percorre un tratto parallelo alla strada; l'altro da un più completo sistema, sempre nella prima sezione, fra Torre Poerio e Cancello. Il soleo ha inizio a S della costa di S. Gaudioso, presso Case Romano, a quota 280 e sfocia nel fondo del cratere, poco oltre Casa Cancello, dopo di aver convogliato le acque di un altro soleo proveniente da Masseria Iaccio fra Quarto e Pisano.

Ma la maggiore opera di distruzione è da attribuirsi al dilavamento delle acque. Tutta la regione di Pisano, cioè quel tratto pianeggiante, compreso fra l'argine del cratere omonimo, gli Astroni, Campana e l'inizio di Montagna Spaccata, presentava, ora non è molto tempo, la caratteristica di una formazione paludosa; ma il sempre maggiore infittirsi del bosco, che copre le pareti dell'apparato e l'intenso terrazzamento, operato dall'uomo per il progressivo sviluppo delle colture, hanno finito col proteggere l'argine da l'ulteriore disfacimento provocato dalla degradazione meteorica.

#### Cratere di Montagna Spaccata

Fra tutti e tre gli apparati presi in esame Montagna Spaccata ha maggiormente subito l'azione demolitrice delle forze provenienti dall'esterno.

Come già più volte abbiamo ripetuto nei precedenti capitoli, la forma attuale di questo cratere è piuttosto frammentaria; l'argine sud-occidentale, meridionale ed orientale manca del tutto. Nella distruzione ad Oriente influi-rono indubbiamente le esplosioni di Campana. Non così a

S, dato che il Cigliano è abbastanza distante ed è uno dei più piccoli apparati flegrei del III periodo.

Solchi erosivi mancano, tranne quello ad Occidente fra il Rione Castagnaro e Masseria Carrara, che del resto intacca il tufo giallo e qua e là mostra nel suo interno depositi di materiale grigio incoerente. È, quindi, da attribuirsi al precedente apparato dell'Arciquarto.

La causa maggiore di distruzione si deve ricercare nell'azione meccanica dei marosi e delle onde.

Abbiamo già detto che le prime esplosioni di questa cerchia craterica furono sottomarine.

Il JOHNSTON-LAVIS, il GÜNTHER e il DE LORENZO hanno osservato che la modificazione del pendio meridionale del M. Barbaro fu causata dall'erosione del mare. Circa, poi, la formazione del Teano, il DE LORENZO e il SIMOTOMAI, con ricerche ed osservazioni oltremodo interessanti, hanno concluso che questo circoide è il risultato di una intensa demolizione marina, scartando l'ipotesi che sia da attribuirsi ad un nuovo atto esplosivo.

I due suddetti Autori hanno dimostrato che l'azione demolitrice del mare è proporzionale alla intensità e frequenza dei venti, che eccitano le onde. Dopo di aver esaminati i venti che spirano su questa costa del golfo Partenopeo, hanno tracciato un circolo rappresentante la base esterna di un vulcano; da vari punti di esso, a seconda delle direzioni, dalle quali soffiano i venti, hanno misurato sui raggi tratti proporzionali alla frequenza ed alla intensità dei venti stessi ed hanno unito le estremità di tutti questi tratti precedentemente misurati. La figura irregolare, che ne è venuta fuori e che dimostra l'azione demolitrice per effetto dei venti, ha la forma del Gauro, con la nicchia occidentale corrispondente al Teano; con le pareti orientale e settentrionale meglio conservate e quella meridionale piuttosto tronca.

Ritornando alla demolizione di parti dell'argine di Montagna Spaccata, abbiamo più volte ripetuto che le prime esplosioni ebbero inizio sotto il livello del mare, mentre il Gauro emergeva lentamente e da isola si saldava

alla terra ferma. Dunque i primi depositi di tufo grigio furono anch'essi sottomarini e si adagiaron sulla distruzione della cerchia dell' Arciquarto, che a S fu più sensibile, anzi completa, in quanto il materiale già sconquassato dall'esplosione posteriore crollava sotto i colpi delle onde, che già ne avevano indebolita la resistenza.

Intanto si depositavano le scorie ed i tufi del III periodo e mentre i vari movimenti del mare, specie i marosi e l' azione della risacca, spazzavano il vecchio materiale ormai ridotto a brandelli, con questo asportavano anche i depositi incoerenti che si ammassavano sopra.

È vero che dalla costruzione grafica del DE LORENZO risulta che i venti di maggiore intensità e frequenza spiravano da Occidente, però bisogna anche tener presente, che il materiale tufaceo del Gauro si era consolidato per la sua lunga permanenza sotto il livello del mare, mentre i materiali tufacei e scoriacei di Montagna Spaccata erano friabili ed incoerenti, per cui quella stessa azione meccanica dell' acqua marina, che su un materiale molto più solido aveva provocata la modificazione del pendio meridionale del Barbaro, su un materiale parimenti antico, ma già sbrandellato, o più recente, ma incoerente, agì con forza non solo demolitrice, ma più di tutto eliminatrice.

Da questo insieme di osservazioni e deduzioni, appare evidente la forma attualmente assunta dall' argine craterico di Montagna Spaccata, cioè quella di un arco, di cui manca il rimanente a SW, a S ed E per completare la circonferenza.

#### Cratere di Quarto

Le forze endogene, che maggiormente hanno contribuito alla denudazione del vulcano di Quarto si possono riassumere nell' opera distruttrice delle acque piovane. Data la forma ellittica dell' argine, maggiormente rialzato ad Oriente, e la formazione non solo della costa di S. Gaudioso, ma di tutta la superficie rialzata, compresa fra Quarto e la strada che congiunge i Guantari con Marano,

superficie, che presenta nel complesso altitudini maggiori dell' argine superiore di Quarto, molta parte delle acque, che raccoglie la predetta zona elevata sono convogliate nel fondo del nostro cratere. Questo, poi, per la sua ampiezza, che gli ha meritato il nome di Piano, per lungo periodo dell' anno, specie durante la stagione piovosa, si trasformava in lago o meglio in acquitrino; data la presenza dell' argine occidentale, che impedisce il naturale deflusso delle acque nel mare. Dal che la necessità della bonifica, mediante un apposito sistema di canalizzazione immettente in un collettore, conosciuto col nome di Canale di Quarto.

L'area imbrifera del nostro cratere è stata già minuziamente descritta dal GÜNTHER, per cui reputiamo inutile ritornare sull'argomento, tanto più che di questo abbiamo già fatto cenno in altro luogo del lavoro. Ricorderemo soltanto che dei 21 letti principali di valli meritano menzione il Vallone di Pietraspaccata e il Vallone di Piscicelli, che entrambi drenano aree più estese delle vicine e scorrono incassate con letto profondo e ristretto in confronto della lunghezza di tutto quanto il corso.

Anche l'azione meccanica del vento, benchè limitatamente, ha contribuito a modificare lo stato del vulcano. Il PENTA ricorda le incisioni alveolari sulle pareti esterne della cupola trachifonolitica, a somiglianza di quella descritta dallo ZAMBONINI per la rupe trachitica di Cuma e da noi per gran parte della regione flegrea.

Nè fra le forze demolitrici è da tacere l' opera continua e trasformatrice dell' uomo.

I Romani vi costruirono sepolcri, muri, sentieri. Qua e là, dapertutto disseminate, si trovano tracce che attestano l' operosità dei nostri padri.

Fra i sepolcreti meglio conservati, ricordiamo quello ad W di Masseria Monticelli.

Ai giorni nostri, poi, il terrazzamento delle pareti, gli sterri eseguiti per tracciati stradali, per consolidamento di sentieri, per canali di bonifica ; un complesso di masserie e case sparse e persino la presenza di un centro abitato,

quale quello di Madonna di Quarto, i lavori necessari per la costruzione della linea ferroviaria Napoli-Roma hanno finito con l' apportare sempre nuove modifiche allo stato naturale, con cui si presentava l' apparato stesso.

### Conclusione

Il vulcano di Quarto e gli argini craterici limitrofi a questo, benchè non siano stati fino a oggi particolare oggetto di studio da parte dei geologi italiani e stranieri, non sono privi d' importanza; non solo nei riguardi dei materiali, chi li compongono e della tettonica (specie per l' Arciquarto che già durante le eruzioni del 2.<sup>o</sup> periodo flegreo costituisce un' apparato che richiama alla nostra mente l' Arciagnano del 3.<sup>o</sup> periodo), ma anche nei riguardi della cronologia degli apparati flegrei, nella quale inserendosi, offrono un notevole contributo per lo studio di questa zona, così tormentata dall' ignea vampa.

Nella presente indagine abbiamo illustrati i rapporti, che ebbero con Quarto, i vulcani di Pianura, Montagna Spaccata e Pisano, tuttavia non abbiamo potuto tacere di Agnano, Astroni, Fossa Lupara, Cigliano. Anche qualche cenno siamo stati indotti a fare intorno ai rapporti di Montagna Spaccata con il Gauro e perciò da un lato abbiamo osservati i contatti dell' Arciquarto con i due apparati del 2.<sup>o</sup> periodo (Pianura e Gauro), dall' altro abbiamo ripreso in esame la cronologia degli argini del tufo grigio, seguendo i vari spostamenti degli atti esplosivi.

Siamo, quindi, giunti alle seguenti conclusioni :

I. — Il cratere di Quarto è dovuto alle prime esplosioni del tufo grigio. A questo successe Fondo Pisano, poi Arciagnano, Astroni, Fossa Lupara, Cigliano. Circa Montagna Spaccata, possiamo solo affermare che fu posteriore a Fondo Pisano, ma anche Arciagnano fu posteriore a quest' ultimo. Poichè non vi sono contatti di argini fra Montagna Spaccata e la presunta cerchia di Arciagnano non è facile stabilire la priorità dell' uno o dell' altro. Tuttavia saremmo propensi a credere per un complesso di cir-

costanze, che si ricavano dalla lettura della presente indagine, che o i fianchi di Arciagnano e di Montagna Spaccata siano stati contemporanei o quelli di quest' ultimo vulcano di poco precedenti alla formazione del primo apparato ; cioè mentre veniva emesso dal grembo della terra, squassata dalla tremenda conflagrazione, il materiale, che avrebbe formata la cerchia di Montagna Spaccata, già Arciagnano aveva completata la sua formazione.

II. — Dai cenni cronologici su esposti appare evidente che l'atto eruttivo del 3.<sup>o</sup> periodo sia andato spostandosi nella successione delle manifestazioni stesse, da N verso S, cioè dalla pianura campana verso il mare....

Oggi l'osservatore, che ammira estasiato dall'alto poggi dei Camaldoli la meravigliosa successione degli apparati flegrei, che si distendono sotto il suo sguardo, non riesce a concepire nella sua mente come questa regione sia stata un tempo un' immensa fucina, scossa, agitata, tormentata, avvampata da mille fiamme, che col passare dei secoli lentamente si andarono spegnendo, ma i cui bagliori durarono a lungo, oltre la comparsa dell'uomo sulla terra, fino all' epoca delle prime navigazioni intraprese dai Fenici e dai Greci. Non a torto il BÉRARD volle identificare i Campi Flegrei con la sede dei Ciclopi monocoli, mangiatori di uomini, uno dei quali indubbiamente il più forte, fu ridotto all' impotenza dall' astuta trovata di un omiciattolo per la statura, ma profondo conoscitore « *e dell'i vizi umani e del valore* », il molto paziente Odisseo. Il mito è bello ed avvincente, ma certo il mito non è mera creazione della fantasia degli uomini primitivi.

Ogni mito adombra una verità, intuita in maniera fantastica, dall'uomo ancora fanciullo, verità, che col passar degli anni apparirà alla mente umana in tutta la sua intierezza, e, rielaborata, si trasformerà in scienza e sapienza.

Così insegnava il grande filosofo del Settecento italiano : Giovan Battista Vico.

Anche nel mito di Odisseo, accecatore di Polifemo, è contenuta una verità profonda. L'uomo, fragile fuscello

nelle mani potenti e vigorose della natura, riconoscendo in essa non la madre, ma la terribile noverca, si oppone con tutte le forze alla sua opera distruttrice, non con quelle del corpo ma con quelle della mente. È quanto in Geografia prende il nome di reciproca influenza dell'ambiente sull'uomo e dell'uomo sull'ambiente. Tale lotta è stata sempre e si protrarrà duratura

*..... finchè il sole  
risplenderà sulle sciagure umane.*

---

F. CASTALDI — *I Crateri di Quarto.*



Fig. 1. — Inizio dell'argine di Pisano, nei pressi di Masseria Cancelllo.



Fig. 2. — Solco erosivo fra Pisano ed Astroni, presso Masseria Cancelllo.



F. CASTALDI — *I Crateri di Quarto.*



Fig. 1. — Punto di contatto fra l'argine di Pisano, a sinistra e l'argine di Astroni, a destra.



Fig. 2. — Lo sprone di Torre Poerio che divide in due cerchie Pisano.



F. CASTALDI — *I Crateri di Quarto.*



Fig. 1. — Torre Poerio vista lateralmente dal fondo della cerchia occidentale di Pisano.



Fig. 2. — Scorie nella sezione del cratere di Pisano.



F. CASTALDI — *I Crateri di Quarto.*



Fig. 1. — Argine esterno di Montagna Spaccata, inserito nella cerchia di Quarto.



Fig. 2. — Argine esterno di Montagna Spaccata con la intaccatura omonima inserito nella cerchia di Quarto.



F. CASTALDI — *I Crateri di Quarto.*



Fig. 1 — Argine occidentale esterno di Montagna Spaccata,  
incluso nella cerchia di Quarto.



Fig. 2. — Cerchia di Quarto. In fondo ai due lati della spaccatura,  
si distingue parte dell'argine esterno di Montagna Spaccata.



F. CASTALDI — *I Crateri di Quarto.*



Fig. 1. — Fondo del cratere ed argine di Quarto.



Fig. 2. — Un solco erosivo inciso sul fianco dell'argine interno di Quarto.







## NECROLOGIES

---

### Piero Ginori Conti

La Vulcanologia ha perso, il 3 dicembre ultimo scorso, colla morte del Principe GINORI CONTI non solo uno dei suoi fervidi cultori, ma anche Colui che per il primo ha saputo trarre da un fenomeno vulcanico una vasta sorgente di energia docilmente sottoposta alla volontà e al bisogno dell'uomo.

\* \* \*

PIERO GINORI CONTI, Principe di Trevignano, Nobile Romano, Patrizio di Pisa, Nobile Livornese nacque in Firenze il 3 giugno 1865, da Gino e dalla Contessa Paola FABBRI. Compì gli studi medi in Firenze, e nel R. Istituto Cesare Alfieri della stessa Città conseguì la laurea in Scienze Sociali il 19 agosto 1888.

Assolti brillantemente gli obblighi militari (volontario di un anno nel Genova Cavalleria, Tenente e poi Capitano di complemento) — obblighi militari che riprese durante la grande guerra, pervenendo al grado di Colonnello nel 1918 — il Principe dedicò la prima parte della sua attività nella vita civile a studi di indole sociologica.

Questa forma di attività colla quale si iniziò la vita intensa di lavoro del Principe, ben lungi dal costituire uno spostamento da ciò che doveva poi essere il campo massimo di tale suo lavoro — quello tecnico-scientifico di alto dirigente di un'industria chimica ed elettrica — fu anzi un ottimo avviamento, perchè gli fornì cognizioni che perfezionarono le sue doti naturali di organizzatore, di conoscitore di cose, di ambienti e di uomini — qualità che Gli riuscirono poi preziose non solo nella suddetta attività tecnico-industriale, ma anche nella sua attività di uomo pubblico — deputato del Collegio di Volterra dal 1900 al 1919, Senatore del Regno da tale epoca.

Verso la carriera tecnico-industriale che sopra abbiamo detto, lo trassero le sue nozze con Adriana DE LARDEREL, figlia maggiore del Conte Florestano, prima eletta compagna della sua vita, prematuramente rapita all'affetto Suo e dei figli.

Dal suocero Conte Florestano, il Principe fu assunto nel 1900 alla condirezione della industria boracifera di Larderello, di quella industria che i LARDEREL, poi Conti di Montecerboli, avevano impiantato dai primordi dell'800 e felicemente sviluppata, di padre in figlio, per tutto il secolo, utilizzando per l'estrazione dell'acido borico, e più tardi anche di composti ammoniacali, i famosi *Soffioni* del Volterrano, getti di vapore dapprima solo naturali poi ottenuti artificialmente con trivellazioni dai LARDEREL stessi, soffioni che i Vulcanologi e i Dotti conobbero e studiarono da gran tempo, e che ormai, dopo l'opera del Principe GINORI CONTI, sono diventati famosi anche tra il pubblico profano.

Quando questi assunse, nel 1900 la condirezione, nel 1904 la direzione generale tecnica, per poi assumere nel 1912, al ritiro del Conte Florestano dagli affari, la completa responsabilità dell'azienda boracifera — questa attraversava un periodo particolarmente difficile per la sopravvenuta concorrenza dei borati americani.

Spettò al Principe l'onore e l'onore di trarre la industria da questa stretta pericolosa, ed Egli vi riuscì brillantemente: e sarebbe veramente un capitolo interessante anche per certi aspetti della Vulcanologia il vedere quali accorgimenti tecnici Egli adottasse per perfezionare i metodi di trivellazione e di captazione del vapore, di estrazione dei prodotti dal fluido dei soffioni, quelli di utilizzazione termica del vapore, che era stata nel 1827 iniziata dal Conte Francesco DE LARDEREL — accanto agli accorgimenti e ai provvedimenti di indole amministrativa, per i quali dalla primitiva azienda de Larderel nacque nel 1912, e si completò poi nel 1916, la Società Boracifera di Larderello che riunì in una proprietà ed in una direzione unica nelle mani del Principe, tutte le Fabbriche di tutte le località della zona soffionica.

\* \* \*

Ma un'altra idea, fin dai primordi, si era affacciata e stava fissa nella Sua mente e, pur mentre Egli compiva felicemente l'opera che sopra si è detto di ricostruzione ed ampliamento della primitiva industria boracifera, questa idea trovava in Lui la via della attuazione, dapprima in tentativi sperimentali, poi in realizzazioni di mano in mano più vaste: infine in una installazione industriale superiore finanziaria a qualsiasi primitiva speranza.

Questa idea — nuova nel campo della pratica attuazione — era quella della utilizzazione dell'energia del vapore vulcanico per la produzione di energia elettrica.

Vari e ardui problemi dovevano essere risolti per l'attuazione di questa idea; per non citarne altri, quello di rendere costante con tubature e dispositivi adatti la erogazione del vapore dai fori trivellati; quello di trovare macchinari e materiali resistenti alla corrosione delle sostanze che accompagnavano il vapore dei soffioni, per esempio resistenti all'azione dell'idrogeno solforato; infine (ma trattandosi della materia prima necessaria a tutta la industria, potrebbe anche darsi prima di tutto) quello della ricerca e della captazione di masse di vapore capaci di azionare vaste Centrali.

Sarebbe lungo e non semplice dire quanta opera di indagine estendentesi ai più diversi campi della Scienza — ricerche geologiche, chimiche e geochimiche, geofisiche, elettrotecniche, termologiche — dovette essere compiuta dal Principe e dai suoi collaboratori per superare tutte le difficoltà dell'attuazione. Chi di tale opera volesse conoscere i dettagli, potrà trovarli ampiamente nelle pubblicazioni di cui diamo più sotto l'elenco. Qui ci limiteremo a segnare le tappe di questa marcia conquistatrice; e gli sviluppi via via conseguiti daranno essi stessi la misura del progresso in essa compiuto.

Il 4 luglio 1904 il Principe poteva accendere a Laraderello cinque lampadine elettriche alimentate con energia

geotermica prodotta da un dispositivo capace di funzionare con continuità : il 9 maggio 1905 poteva azionare un motore Cail da 35 HP : nel 1906 preconizzava in una pubblicazione l'impianto di una Centrale geotermica : nel 1913 la impiantava (250 Kilowatt) : nel 1916, pur attraverso le difficoltà della guerra, metteva in funzione a Larderello quella di 9000 Kilowatt : nel 1930 questa veniva ampliata a 12.000 Kilowatt : venivano poi le Centrali del Lago, di Serrazzano, di Castelnuovo, una seconda a Serrazzano : così tutta la zona soffionica portava il suo contributo a questa nuova conquista dell'uomo sulle forze brute della Natura.

Frattanto, per la sempre crescente perizia nella scelta dei terreni da perforare, nel modo di compiere le perforazioni, nei metodi di captare il vapore (talvolta, anche, nei parossismi della prima esplosione di un foro, con manovre che richiedono dalle maestranze disciplinata audacia insieme ad abilità) si erano raggiunti per opera del Principe — coadiuvato ormai dal maggiore dei Suoi figli, il Conte Giovanni, chiamato già dal 1921 nella direzione dell'industria — approvvigionamenti enormi di vapore colla conquista dei cosiddetti soffionissimi (taluno della portata fino di 200.000 Kg. di vapore all' ora) : si erano sperimentate caldaie particolari alimentate dal vapore naturale, turboalternatori di caratteristiche adeguate etc. etc. : e così nel 1939 - XVIII il Principe, ormai al sommo della Sua opera, ebbe il commosso orgoglio di inaugurare la Supercentrale di Larderello, colla quale l' insieme delle Centrali geotermiche della regione soffionica arrivò ai 100.000 Kilowatt installati, mentre ancora nuove Centrali già si progettavano, dato che la produzione del vapore colle nuove perforazioni stava ormai per raggiungere i 2 milioni di chilogrammi all' ora.

\* \* \*

Questa opera sarebbe già di per sè ragione di ammirazione imperitura per l' attività del Principe nel campo della Vulcanologia e di orgoglio per il nostro Paese, cui

rimane per quella Sua attività il vanto di aver dato il primo, e per ora nemmeno imitato, esempio della utilizzazione delle forze endogene: nè fino dai primordi mancò che da ogni Paese del Mondo fosse volta la più seria attenzione a questa conquista Italiana, chè già dal 1917, in piena guerra Europea, una missione scientifico-militare, espressamente inviata dagli Stati Uniti, visitò la allora recentissima Centrale di Larderello, e più tardi l'Università di Filadelfia conferiva al Principe la laurea *honoris causa* in Scienze: e innumerevoli poi furono le visite di personalità, di Società, di Enti che da ogni parte del Mondo vennero a osservare il fenomeno naturale e le Centrali di Larderello, come continue può dirsi furono le riunioni di scienziati e di Associazioni scientifiche Italiane che si compierono a Larderello sotto gli auspici del Principe, nel calore della Sua signorile liberalità, portata fino al punto che egli ospitò perfino in totalità qualche Congresso, come quello geologico del 1928 — tanto era il desiderio inestinguibile che Egli aveva di conoscere e di studiare, e di vedere conosciuta e studiata quella incomparabile pagina di Vulcanologia vivente in un'industria, che è Larderello.

Quali profondi contatti tra Scienza e Industria egli vagheggiasse e realizzasse profondamente di mano in mano che la Sua opera si svolgeva, è non solo testimoniato dalla opera stessa, ma è consegnato in pagine piene di fede che Egli scrisse su questo argomento; e altri ha detto e dirà in altra sede come da questa sua fede nei rapporti tra Scienza e Industria fiorisse tutta un'altra branca della Sua operosità, volta agli studi e all'attività chimica in Italia, onde non solo Egli partecipò a tutte le Associazioni chimiche, geochimiche e geologiche del nostro Paese, ma ne divenne uno dei Capi e dei Consiglieri più apprezzati. Così quando la morte lo colse, Egli era ancora il Presidente della Società Chimica Italiana, e si accingeva a dirigere il prossimo Congresso Chimico di Roma, come aveva diretto il Congresso Chimico in Sicilia nel 1926 e aveva partecipato nella Sua veste di Presidente e di Consigliere della Unione Internazionale di chimica pura e applicata, a quel

Congresso chimico internazionale di Roma del 1938, che fu l'ultima delle sue apparizioni nel pubblico degli scienziati e fu l'ultima delle Sue ospitalità a Larderello — l'ultima e la più grande, per la grandezza degli ospiti, taluni di fama mondiale, e perchè Egli potè mostrare loro la grande Centrale dei 100.000 Kilowatt ormai compiuta.

Altri e altrove, dicevamo, potrà parlare ampiamente di tutto questo. Qui, volgendo la nostra attenzione più direttamente all'opera del Principe nella Vulcanologia, vogliamo segnalare l'altra sua grande benemerenza in questo campo, chè non a Larderello solo Egli rivolse i suoi studi. Infatti ben due volte il Principe volle conoscere ed esaminare tutte le altre manifestazioni vulcaniche Italiane dal punto di vista di una possibile utilizzazione delle forze endogene, ed anzi, per comparazione, anche quelle di altri Paesi, come allorchè, mando uno dei Suoi tecnici, l'Ing. Tocchi, dietro richiesta di un gruppo locale, a studiare alcune manifestazioni del Cile e della Bolivia.

La prima delle escursioni del Principe nelle zone vulcaniche Italiane si compì nel 1922 : in particolare Egli si soffermò allora ai Campi Flegrei, e lì ebbe rapporti di lavoro mai dimenticati col Segretario della nostra Associazione, Prof. SIGNORE. Della messe di osservazioni allora raccolte, il Principe fece una chiara relazione in una Conferenza alla XII Riunione della Società Italiana per il progresso delle scienze, tenuta a Catania nell'aprile del 1923 : e questa Conferenza, dal titolo « *La utilizzazione industriale delle manifestazioni termiche terrestri* » è, nella storia della Vulcanologia, il primo tentativo di coordinare i criteri di quella utilizzazione.

La seconda escursione fu compiuta nel 1938 sotto gli auspici della Reale Accademia dei Lincei, per invito del suo Presidente Sen. Federico MILLOSEVICH, che anche Vi partecipò.

Questa escursione fu una vera spedizione scientifica, completamente attrezzata per ricerche ed esperienze in posto, per raccolta di campioni che furono poi esaminati nel Laboratorio Ricerche di Larderello ; e non solo fu

completamente finanziata dal Principe colla più larga munificenza, non solo Egli condusse con sè i suoi Consulenti e il suo personale tecnico più scelto — ma Egli stesso, ormai più che settantenne e già minato dal male che doveva condurlo alla tomba, vi partecipò passo per passo, in luoghi talvolta impervi, dalla mattina al tramonto, senza posa e senza stanchezza, guidato, sorretto, sollevato, infervorato da quella sua passione inestinguibile per gli studi di cui era stata fatta tutta la sua vita, esempio a noi, che lo accompagnavamo ammirati. Furono visitate l'isola di Vulcano, la zona craterica dell'Etna, le mofete di Palici, le Maccalube di Aragona in Sicilia, il Vesuvio ed i Campi Flegrei, il Bullicame di Viterbo, i Colli Euganei, la Zona di Rapolano in Toscana.

La mirabile Relazione che il Principe formulò per i Lincei e che porta il titolo « *L'attività endogena quale fonte di energia* » fu letta nella seduta del 3° giugno 1938 - XVI non da Lui, che il male glielo impedì: fu letta da Suo figlio Giovanni, ma l'Accademia lo sentì presente colla commozione più profonda; e chi rievoca quella seduta memoranda sa ora di avere assistito a un grande testamento spirituale.

\* \* \*

Ma non queste sole furono le attività del Principe. Molti altri campi di ricerche le più varie Egli patrocinò e istituì.

Il Laboratorio Ricerche che Egli fondò a Larderello fu non solo un organo tecnico volto al perfezionamento della industria, ma anche uno strumento completamente attrezzato per ricerche scientifiche nel campo della Geochimica e della Vulcanologia. A Firenze creò e finanziò totalmente un Istituto che chiamò « del Boro e del Silicio » per lo studio e la preparazione del vetro per ottica fine.

In questo rifulgeva anche la Sua liberalità di grande Signore e di Patrizio, che si esplicò in tante altre forme, tutte e sempre improntate a quelle caratteristiche del Suo spirito affermate già nel campo scientifico, come abbiamo

visto; cioè in forme sempre dedicate e destinate a opere del pensiero e ad attività espandentesi nella vita nazionale: così fondò e presiedè la Scuola professionale femminile di Firenze, fece riparare Chiese e monumenti a Bagno a Ripoli, alla Pieve, a Trevignano Romano, a Volterra ecc. ecc.; ora si accingeva a perfezionare in Firenze la Fondazione Ginori Conti contenente i tesori delle Sue pregevolissime raccolte di bibliofilo e di numismatico.

Nè ci soffermiamo ad elencare le tante opere di beneficenza e di filantropia, le molteplici istituzioni pubbliche che diresse e presiedè.

Fu anche ottimo agricoltore: la Sua tenuta modello del Padule a Bagno a Ripoli presso Firenze, ebbe l'onore di una visita del Duce nel 1930.

\* \* \*

Tanta e così varia somma di opere non poteva non raccogliere pubbliche attestazioni di riconoscimento, tanto più alte e meritate in quanto, insieme alla operosità nella vita privata e professionale, il Principe aveva sempre esercitato una ininterrotta attività nella vita pubblica. Deputato e poi Senatore come prima si è detto, Egli accolse dalla vigilia, con un entusiasmo e una fede che erano il Suo più grande orgoglio, le dottrine del Fascismo. Appoggiò tra il 1920 e il 1921 i Fasci di combattimento di tutta la Zona di Larderello: fu grande sostenitore delle squadre di azione, alle quali partecipava il Suo stesso figlio Giovanni.

Innumerevoli pertanto furono le onorificenze e le cariche che ebbe in Italia e all'Estero: ordini cavallereschi, appartenenze ad Istituti e Accademie. Fra queste citeremo soltanto la Sua appartenenza quale socio nazionale alla Reale Accademia dei Lincei, all'Unione internazionale di Chimica pura ed applicata, al Consiglio Nazionale delle Ricerche: la laurea in Ingegneria *honoris causa* conferitagli dall'Ateneo Pisano: la medaglia d'oro al merito industriale, quella dei benemeriti dell'Istruzione Pubblica. Delle onorificenze citeremo solo le maggiori: Cavaliere di

Gran Croce e Gran Cordone della Corona d' Italia e dei SS. Maurizio e Lazzaro, Cavaliere del Lavoro , Cavaliere dell' ordine civile di Savoia, Cavaliere di Gran Croce del S. O. M. di Malta e del S. O. M. del Santo Sepolcro, Gran Croce di S. Silvestro Papa, Grand' Ufficiale della Stella Coloniale, Grande Ufficiale della Legione di Onore.

Infine nel maggio 1939 fu nominato Ministro di Stato.

Ma fra tutti gli attestati di stima, altissimo fu quello che Gli venne dal Duce.

Quando, per ragioni di supremo interesse nazionale, la Società Boracifera di Larderello passò in un Ente parastatale per lo sfruttamento delle forze endogene nazionali, il Duce Gli telegrafo :

« Ministro Benni mi ha comunicato termini convenzione « per passaggio allo Stato degli impianti di Larderello. « Desidero esprimervi la mia soddisfazione e per le clausole « equi dell'accordo e per la prova di illuminato civismo « fascista che Voi avete mostrato. Presenza Vostri familiari nell' azienda mantiene la tradizione ed è un riconoscimento di quanto Voi e i Vostri avete fatto per lo sviluppo di questo complesso destinato ad accrescere le forze produttive della Nazione. Vi prego di accogliere i miei più cordiali saluti. MUSSOLINI. »

Egli accolse queste alte parole col più grande e commosso orgoglio, e, pur nella tristezza del distacco dalla Sua opera di un quarantennio, sentì che in queste parole era il suggello, il premio ed il coronamento, e più ancora l' infutararsi di essa verso il più alto destino che le è riserbato.

\* \* \*

Verso questo illustre scomparso — che alla Vulcanologia ha dato l' orgoglio di una realizzazione industriale che nessun altro le ha mai dato — si solleva da queste pagine una reverente testimonianza di amore pari a quello che alla nostra Scienza Egli ha dato col fervore dello spirito e colla potenza delle opere.

**Elenco delle pubblicazioni del Principe Sen. Piero Ginori Conti,  
e di quelle dei Suoi Famigliari e di Terzi, riguardanti le Forze  
endogene e Larderello, da Lui stesso compilato nel 1939-XVII,  
in un Fascicolo da pubblicarsi dalla Fondazione Ginori Conti.**

---

**Elenco delle pubblicazioni del Principe Pietro Ginori Conti**

**Pubblicazioni scientifiche**

**I. — Sulle forze endogene :**

*Ferrovia Saline di Volterra-Colle Val D'Elsa.* - Studio di massima. Firenze, Stab. Tip. Minori corrigendi, 1902.  
*La forza motrice dei soffioni boraciferi della Toscana.* - Sua utilizzazione ed applicazione. Firenze, Tip. G. Ramella, 1906.

*Studio di massima di una ferrovia elettrica Larderello-Ponte sospeso Pomarance.* Firenze, Tip. G. Ramella, 1906.  
*Utilizzazione dei soffioni boraciferi di Larderello ad energia industriale.* (Atti della R. Acc. dei Georgofili). Firenze, Tip. di Mariano Ricci, 1917.

*L'impianto di Larderello.* (Estratto dall' « Elettrotecnica », 15-27 settembre 1917).

*L'utilizzazione industriale delle manifestazioni termiche terrestri.* Roma, Tip. Editrice « Italia », 1923.

*Discorso inaugurale del I Congresso di chimica pura ed applicata.* Roma, Tip. Editrice « Italia », 1923.

*Sur l'utilisation industrielle des manifestations termiques terrestres.* (Chimie et Industrie). Paris, 1923.

*The natural steam power plant of Larderello.* Wembley (London), Firenze, Tip. G. Cencetti, 1924.

*La utilizzazione industriale dei soffioni boraciferi della Toscana.* Bulletin volcanologique, Année 1924, N. 1. Napoli 1924.

*The manufacture of boric acid in Tuscany.* (« Journal of the Society of Chemical Industry »). London, 1925.

*The development of chemical industry in Italy*, (Reprinted from Industriel and Engineering chemistry), 1926.

*Discorso inaugurale del II Congresso di Chimica pura ed applicata*. Roma, Edito dalla « Assoc. Ital. di Chimica », 1926.

*La Regione dei soffioni boraciferi*. (Memoria letta al Congresso di Washington 1926). Firenze, Tip. G. Cennetti, 1927.

*The utilization of geothermal Power in Tuscany*. (« Journal of Chemical Education »). London, 1927.

*L'utilizzazione delle risorse termiche naturali del Paese*. (Estratto dal X Congresso Geografico Italiano). Milano, 1927.

*L'industrie chimique en Italie - Son développement - Son organisation corporative*. Paris, « Chimie et Industrie », 1928.

*L'industria chimica in Italia - Suo sviluppo - Sua organizzazione corporativa*. (Traduzione della precedente). 1928.

*I fenomeni vulcanici considerati come sorgenti di energia termica*. (XIX Congresso Nazionale della Assoc. Ital. di idrologia, climatologia, terapia fisica e dietetica - Campi Flegrei). Napoli, Stabil. Industrie Edit. Meridionali, 1928.

*La perforazione per la ricerca e captazione di vapore*. Roma, Federazione Nazionale Fascista dell'Industria Mineraria, 1929.

*Volcanic phenomena considered as sources of power*. (World power conference sectional meeting, Tokyo), 1929.

*I fenomeni vulcanici considerati come sorgenti di forza motrice*. (« L'Elettrotecnica »). Milano, Tip. Stucchi-Cerretti, 1929.

*Communication sur les forages pour la recherche et la captation de vapeurs*. Saint Etienne, 1929.

*Les installations géothermiques de la Toscane*. (Mémoire de la « Société des Ingénieurs Civils de France »). Paris, 1932.

*Sur l'utilisation industrielle des manifestations thermiques terrestres*. Chimie et Industrie, 1932.

*The Royal Society of Arts - The natural steam spring of Tuscany and their industrial exploitation.* (Estratto).

London, Printed by Geo-Barber and Son Ltd. 1933.

*Gli studi geologici nella regione boracifera.* (Memorie della Società Geologica Italiana). Roma, Ind. Tip. Romana, 1933.

*Ricerche per l'ottenimento dell' elio e per l'utilizzazione integrale del gas di Larderello.* (Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze). Pavia, Tip. Succ. Fratelli Fusi, 1933.

*L'attività endogena quale fonte di energia.* Roma, Tip. delle R. Acc. dei Lincei, 1938.

*Il Laboratorio ricerche di Larderello.* Firenze, Tip. G. Cencetti, 1938.

*In corso di pubblicazione :*

*Libro sui « 40 anni » di attività industriale.*

II. — *Sul vetro di ottica :*

*Il vetro per l'ottica in Italia.* Firenze, Stab. Tip. già Chiari, Succ. Carlo Mori, 1931.

*Il nuovo Istituto del Boro e del Silicio,* Firenze, Tip. G. Cencetti, 1934.

*Il vetro di ottica.* (Discorso inaugurale Riun. Assoc. Ottica). Firenze, Tip. già Chiari, Succ. Carlo Mori, 1934,

*L'Istituto del Boro e del Silicio dal 1934 ad oggi.* (Estratto dal Bollettino dell'Assoc. Ottica Ital. n.<sup>o</sup> 4 - Agosto 1936-XIV). Firenze, Tip. Cencetti, 1937.

*L'opera dell'Istituto del Boro e Sicilio per il vetro di ottica scientifico italiano.* Firenze, Tip. già Chiari, Succ. C. Mori, 1937.

*Il vetro per ottica in Italia e l'Istituto del Boro e Sicilio in Firenze.* Firenze, Tipocalcografia Classica, 1938.

### Pubblicazioni politiche

*Camera dei Deputati. — Parole del Deputato Ginori Conti.*  
(La riforma della Scuola Tecnica in senso Professionale). Roma, Tip. della Camera dei Deputati, 12-12-1900.

*Camera dei Deputati. — Proposta di legge del Deputato Ginori Conti.* (Costituzione in Comune autonomo della Frazione di Bibbona-Cecina). Roma, Atti parlamentari, 24-6-1905.

*Senatore del Regno. — Atti Parlamentari - CV-XIII Tor-nata.* (Discorso del Senatore GINORI CONTI). Roma, 18-11-1922.

*Ministero dell'Economia Nazionale. — La produzione dell'alluminio e del magnesio in Italia.* Roma, Provveditorato Generale dello Stato, 1926.

*Relazione sommaria al Convegno Nazionale sul I Congresso di Studi Coloniali.* Firenze, Tip. Giuntina, 1931.

*Relazione a S. E. il Capo del Governo sul II Congresso di Studi Coloniali.* Firenze, Tip. Giuntina, 1935.

*Relazione sulla gestione Commissariale del R. Istituto Superiore di Scienze Sociali « Cesare Alfieri » 1928-1935.* Firenze, Tip. cav. Giulio Memori, 1935.

### In bozze di stampa :

*Contributo alla nuova Politica Coloniale.*

*Tentativo di espansione Italiana in Anatolia. 1919-1923.*

### Pubblicazioni letterarie, storiche e di storia della scienza

*L'apparato per le nozze di Francesco de' Medici e Giovanna D'Austria nelle narrazioni del tempo e da lettere inedite di Vincenzo Borghini e di Giorgio Vasari.* Firenze, Tip. Giuntina, 1926.

*La vita del Beato Ieronimo Savonarola. Scritta da un anonimo del Sec. XVI e già attribuita a Fra Pacifico Bur-*

- lamacchi, pubblicata secondo il codice Ginoriano.* Firenze, Tip. Giuntina, 1937.
- Il libro segreto della ragione di Piero Benini e Comp.* Firenze, Tip. Giuntina, 1937.
- Il Codice dei Commenti alla Commedia Poggiali-Vernon, oggi Ginori Conti.* Firenze, G. C. Sansoni, 1938.
- Un libro di ricordi e di spese di Lorenzo e Vittorio Ghiberti.* Firenze, Tip. Giuntina, 1939.
- Le magone della vena del ferro di Pisa e di Pietrasanta.* (Sotto la gestione di Pietro de' Medici e comp.) 1389-1492. Firenze, Tip. Giuntina, 1939.
- Constitutum artis monetariorum civitatis Florentiae.* Firenze, Tip. Giuntina, 1939.
- Lettere inedite di Charles de l'Escluse a Matteo Caccini.* Firenze, Tip. Giuntina, 1939.
- Carte Cambi da Querceto (Sec. XV-XVI).* Firenze, Tip. Giuntina, 1939.

***In bozze di stampa :***

- Vita ed opere di Pietro di Dante Alighieri.*  
*Bibliografia delle opere del Savonarola,* 2 volumi.

***In preparazione :***

- L'Archivio della Zecca Fiorentina.* 1<sup>o</sup> Volume dal 1324 al 1400 - 2<sup>o</sup> Volume dal 1400 al 1700.
- Su di un antifonario miniato del trecento.*
- Di un Codice dello stil nuovo.*
- Lettere del Bargeo.*
- La Basilica di S. Lorenzo e la Famiglia Ginori.*
- Lettere di Pucci.*
- Commento alla Divina Commedia di Dante di Guido da Pisa.*
- Raccolta di lettere di eruditi scienziati e artisti del sec. XVII, particolarmente riguardanti il movimento culturale Toscano.*
- Un carteggio ignoto di Charles d'Avemberg.*

Elenco delle pubblicazioni di Famigliari del Principe Piero Ginori Conti  
sulle forze endogene, dal 1900.

I. — Del Conte Dr. Giovanni Ginori Conti :

*Larderello e le sue industrie*. Firenze, Tip. Edit. « Italia », 1929.

*Discorso inaugurale del III Congresso Nazionale di chimica pura ed applicata*. (Estratto dagli atti del Congresso). Roma, Assoc. Ital. di Chimica, 1929.

*Il soffione di Larderello*. Milano S. A. Poligrafica degli Operai, 1931.

*Sfruttamento chimico del vapore dei soffioni boraciferi*. (Estr. Soc. Geolog. Ital.). 1931.

*La perforazione a Larderello e il Soffionissimo*. Firenze, Tip. Cencetti, 1931.

*Centrale elettrica geotermica di Larderello*. (Comunicazione alla XXXVII riunione annuale dell' A. E. I. Firenze 25 sett. - 1 ott. 1932). Milano, Ind. Grafiche Italiane Stucchi, 1932.

*I progressi scientifico-tecnici realizzati a Larderello nel primo decennio del Regime Fascista*. Roma, Tip. Editrice « Italia ». 1933.

*Utilizzazione dei soffioni boraciferi. Studi - Sviluppi - Possibilità future*. Firenze, Tip. Cencetti, 1936.

*L'uso del Ghiaccio secco (anidride carbonica) nella conservazione del pesce*. (Estratto Bollettino di pesca etc.). Roma, Ist. Poligr. dello Stato, 1936.

II. — Del Marchese Ing. Giuliano Gondi :

*Esperimenti di elettro-agricoltura a Larderello*. Firenze, Tip. di Mariano Ricci, 1932.

*L'impiego dell'energia elettrica in agricoltura con particolare riguardo alle lavorazioni del terreno*. (Estratto dagli atti del Convegno Elettro-agricolo Nazionale - Bologna 14-15 ott. 1934).

Elenco delle pubblicazioni di terzi, preparate per incarico  
del Principe Piero Ginori Conti, sulle forze endogene, dal 1900.

- R. NASINI. - *I soffioni boraciferi e la industria dell'acido borico in Toscana*. Roma, Tip. della R. Acc. dei Lincei, 1906.
- G. D' ACHIARDI. - *Considerazioni critiche sulla origine dell'acido borico nei soffioni boraciferi della Toscana*. (Atti Soc. Toscana Scienze Naturali). Memorie Vol. XXIII, 1907.
- B. LOTTI - *Sulla provenienza dell'acido borico nei soffioni della Toscana*. (Rassegna Mineraria dell'Industria chimica). XXVI, N.<sup>o</sup> 14, maggio 1907.
- M. BERNARD - *Une nouvelle source de force motrice naturelle*. (Revue générale industrielle). pag. 355, 1907.
- R. NASINI. - *Sull'origine dell'acido borico nei soffioni della Toscana*. (Gazzetta chimica Italiana). 38, II, 598, 1908.
- L. LUIGGI. - *La Centrale termoelettrica di Larderello*. Roma, « Giornale del Genio Civile », anno LV, 1917.
- U. FUNAIOLI - *The Larderello natural steam power plant*. London, « Engineering », maggio e settembre 1918.
- U. FUNAIOLI. - *Gli impianti di Larderello per la utilizzazione delle sorgenti naturali di vapore*. (Ingegneria Ital.), Roma 1920.
- U. FUNAIOLI - *Sulla nuova utilizzazione della energia termica dei soffioni baraciferi*. (Atti Soc. Ital. per il Progr. delle Scienze). Roma 1920.
- WILHELM WIEDER. - *Die Ausnützung vulkanischer Dampfe zwecks Gewinnung von Borsäure und Kraft in geothermischen Kraftwerk in Larderello (Italien)*. (Chemische Appar.) 10, 126, 1923.
- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE. - *Indagini geometriche razionali nella regione pseudo vulcanica di Volterra*. Firenze, 1924.

- NICCOLAI - VITI - CANGINI. - *La regione boracifera di Larderello*. Estratto dalla « Rassegna Volterrana », Anno I, Fasc. II, maggio 1924.
- MARIO AIAZZI-MANCINI. - *Il perborato di sodio*. Firenze, Tip. Carpigiani & Zipoli, 1924.
- OKRASSA. - *Die Ausnützung vulkanischer Dämpfe in Larderello*. (Chemische Apparat). 18, 2, Berlin 1926.
- G. D' ACHIARDI - *Il ritrovamento della anidrite nella regione dei soffioni boraciferi a Castelnuovo Val di Cecina*. (Processi verbali della Soc. Toscana di Scienze Naturali). Vol. XXXV, 1926.
- B. LOTTI - *I soffioni boraciferi della Toscana*. (Bollettino della Soc. Geologica Ital.). 1928.
- SOCIETÀ BORACIFERA DI LARDERELLO. - *I primi cento anni di una grande conquista industriale, 1827-1927*. Firenze, Tip. Giannini & Giovannelli, 1928.
- U. FUNAIOLI. - *Natural steam power developments at Larderello*. London, Reprinted from Nature, January 14, 1928.
- U. FUNAIOLI - *Les vapeurs volcaniques au service de l'industrie moderne*. (La Science et la Vie).
- E. SOLER. - *Comunicazioni sui lavori eseguiti dall'Istituto di Geodesia di Padova nella regione dei soffioni boraciferi di Larderello con la bilancia di Eötvös*. (Estratto dagli Atti della Soc. Ital. per il Progresso delle Scienze. Pavia, Tip. Succ. Frat. Fusi, 1930).
- R. NASINI. - *I soffioni ed i laghi della Toscana*. Storia e studi. Pubblicato dalla « Assoc. Ital. di Chimica » per la liberalità del Principe PIERO GINORI CONTI. Roma, Tip. Edit. Ital. 1930.
- D. SIMONCELLI. - *La Comunità mineraria di Larderello* (estratto dalla Rivista « La Miniera Italiana »). Roma, Stab. Tip. Castaldi, 1930.
- SOCIETÀ BORACIFERA DI LARDERELLO. - *In memoria dell'opera svolta da Raffaello Nasini a Larderello*. Firenze, Tip. Quagliotti, 1932.

SOCIETÀ BORACIFERA DI LARDERELLO. - *Dieci anni di vita industriale della Società Boracifera di Larderello (1921-1931)*. Firenze, Tip. Cencetti, 1932.

R. MARTINELLI. - *Il Fascismo a Larderello*. Firenze, Sansoni, 1934.

U. SBORGI. - *Studi e ricerche sui gas dei soffioni boraciferi con particolare riguardo al loro contenuto in elio ed altri gas nobili*. Roma, Tip. del Senato, 1934.

U. SBORGI. - *La utilizzazione dei soffioni boraciferi*. (La Chimica e l'Industria). Milano, 1936.

U. SBORGI. - *Presenza del cripto e dello xeno, oltre che degli altri gas nobili, nei soffioni boraciferi Toscani. Aspetti geochimici della composizione dei soffioni*. (Mem. R. Acc. d'Italia). Roma, Tip. del Senato, 1937.

SOCIETÀ BORACIFERA LARDERELLO. - *Acido borico e borati come preservanti delle sostanze alimentari*. Roma, Tip. Editrice Italia, 1937.

SOCIETÀ BORACIFERA DI LARDERELLO. - *Utilisation industrielle des « soffioni » volcaniques de la Toscane*. (Exposition Paris). Firenze, Tip. Cencetti, 1937.

UMBERTO SBORGI

---

## Emanuele Soler

Nacque a Palermo il 29 Agosto 1867 ed ivi morì il 23 Gennaio 1940.

Laureatosi in ingegneria in quella Università, si dedicò poi alla Geodesia insegnando prima nell' Università di Messina e poi in quella di Padova. In quest' Università fu presidente della Facoltà di Scienze, pro-rettore ed infine rettore.

Era Senatore del Regno d'Italia, socio della R. Accademia dei Lincei, membro effettivo del R. Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti.

Fu presidente della R. Commissione geodetica, del Comitato geodetico-geofisico del Consiglio delle Ricerche italiano, vice-presidente dell'Associazione internazionale di geodesia, presidente della Commissione gravimetrica internazionale e relatore per le misure di gravità, consigliere della Società italiana di fotogrammetria « Ignazio Porro ».

Il SOLER fu uno dei primi ad intraprendere ricerche gravimetriche nelle zone vulcaniche. Le ricerche furono eseguite nella regione dei Monti Euganei nel periodo 1913-1916 e nella plaga Vesuviana e nei Campi Flegrei nel 1934-35. Gli studi del SOLER confermarono, e in qualche caso chiarirono, i risultati di precedenti ricerche geologiche e sismiche eseguite nelle suddette località.

F. SIGNORE

---



# CHRONIQUE DE L'UNION GÉODÉSIQUE ET GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE

---

## OUVRAGES D'INTÉRÊT VOLCANOLOGIQUE

---

GINORI CONTI, P. — **L'attività endogena quale fonte di energia.** (Reale Accademia d'Italia, Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali. Seduta del 3 aprile 1938-XVI). Un vol. in-8, di 39 pagine, con 12 figure fuori testo. Dott. Giovanni Bardi, Tipografo della R. Accademia Nazionale dei Lincei, Roma 1938-XVI (Sans indication de prix).

COMUCCI, P. — **Le rocce dei dintorni del lago Nahuel-Huapí (Argentina): considerazioni chimiche petrografiche relative all'America Meridionale.** (R. Accademia d'Italia, Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali, Vol. X, Estratto N.<sup>o</sup> 6). Un vol. in-8, di 273 pagine, con 5 figure. R. Accademia d'Italia, Roma, 1939-XVII. Prezzo L. 20.

INDICE: - *Prefazione. Parte descrittiva: Rocce eruttive. I. Intrusive. II. Effusive. Rocce metamorfiche. Considerazioni petrografiche e chimiche sulle rocce dell'America Meridionale. Tabelle delle formole magmatiche. Riassunto.*

VERHOOGEN, J. — **Les Volcans Virunga et l'éruption du Nyamлагира de 1938. (Note préliminaire).** (Annales de la Société Géologique de Belgique. T. LXII. Bull. N.<sup>o</sup> 2, Janvier 1939). Un vol. in-8, de 27 pages, avec 10 figures. Imprimerie H. Vaillant - Carmanne, S. A., Imp. de l' Académie, Liège, 1939. (Sans indication de prix).

VERHOOGEN, J. — **New data on volcanic gases: the 1938 eruption of Nyamлагира.** (From American Journal of

Science, Vol. 237, Sept. 1939, Pp. 656-672). A vol. in-8, of 17 pages, avec 2 planches. (Sans indication de prix).

VAN BEMMELEN, R. W. — **The volcano-tectonic origin of Lake Toba (North-Sumatra).** (Overdruk uit " De Ingenieur in Nederlandsch - Indië ,,, IV Mijnbouw en Geologie. " De Mijningenieur ,,, 6de Jaargang, Nummer 9, September 1939, pag. 126-140). Un vol. in-8, de 15 pages, avec 4 figures. Druk van G. Kolff & Co. Batavia - Centrum, 1939. (Sans indication de prix).

STEHN, CH. E. — **De nieuwe dieptekaart van het Toba-meer (Noord - Sumatra) van Drost & Bekkerig.** (Overdruk mit " De Ingenieur in Nederlandsch-Indië ,,, IV. Mijnbouw en Geologie. " De Mijningenieur ,,, 6 de Jaargang, Nummer 9, September 1939, pag. 121-126). Un vol. in-8, de 6 pages, avec 3 figures et 2 tables. Druk van G. Kolff & Co. Batavia - Centrum, 1939. (Sans indication de prix).

ESCHER, B. G. — **Moon and earth.** (Koninklijke Nederlandsche Akademie van Wetenschappen. Proceedings Vol. XLII, N.<sup>o</sup> 2, 1939). A vol. in-8, of 14 pages, with 3 figures. (Sans indication de prix).

ADAMS, L. H. — **The earth's interior. Its nature and composition.** (From the Smithsonian Report for 1937, pages 255-268). A vol. in-8, of 14 pages, with 2 figures and 2 plates. Smithsonian Institution, Washington, D. C. (Sans indication de prix).

---

## SOMMAIRE

---

*Septième Assemblée Générale à Washington du 6 au  
15 Septembre 1939. 2<sup>e</sup> Partie.*

G. CAROBBI — <i>Ricerche vesuviane</i> . . . . .	pag. 3
G. PONTE — <i>Rapporto riassuntivo dei fenomeni osservati sull'Etna durante il triennio 1937-1939</i> . . . . .	» 43
G. PONTE. — <i>Nuovi metodi per la raccolta dei gas che esalano dalle lave fluenti, dalle rocce arroventate o fuse e dalle fumarole.</i> . . . . .	» 47
G. PONTE — <i>Registrazione delle esplosioni vulcaniche per lo studio delle relazioni che esse hanno con le varia- zioni delle condizioni dell'atmosfera</i> . . . . .	» 49
G. PONTE — <i>Dispositivo per la raccolta dei gas nell'in- terno dei crateri vulcanici inaccessibili e profondi</i> . . . . .	» 51
G. PONTE — <i>Relazione sulla organizzazione per la di- fesa contro i danni delle eruzioni dell'Etna</i> . . . . .	» 53
D. ABRUZZESE — <i>L'attività dello Stromboli dal 1937 al giugno 1939. (Con 4 tavole)</i> . . . . .	» 57
A. LACROIX — <i>Sur la production de basalte et d'océa- nite au cours d'une éruption du volcan actif (Piton de la Fournaise) de l'île de la Réunion</i> . . . . .	» 67
A. LACROIX — <i>Conséquences à tirer d'observations sur l'éruption récente du volcan de la Réunion</i> . . . . .	» 71
G. HANTKE — <i>Das Vulkangebiet zwischen den Seen Ranco und Puyéhue in Süd-Chile (Mit 3 Tafeln)</i> . . . . .	» 75
L. SICARDI — <i>Il recente ciclo dell'attività fumarolica dell'isola di Vulcano. (Con 10 tavole)</i> . . . . .	» 85
F. STELLA STARRABBA — <i>Stronzio e bario nella compo- sizione d'una lava dell'Etna</i> . . . . .	» 141
F. CASTALDI — <i>I Crateri di Quarto. (Con 2 figure nel testo e 6 tavole)</i> . . . . .	» 149
Nécrologies : PIERO GINORI CONTI . . . . .	» 211
» EMANUELE SOLER . . . . .	» 229
Chronique de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale . . . . .	» 231



UNIVERSITY OF HAWAII  
LIBRARY

# Bulletin volcanologique

ORGANE DE

l'Association de Volcanologie  
de l'Union géodésique et géophysique internationale

Supplément de Série II—Tome VII

Catalogue  
of the  
Active Volcanoes of the World

UNIVERSITY OF HAWAII  
LIBRARY

B.V.

Edinburgh  
1947



# Bulletin volcanologique

ORGANE DE

l'Association de Volcanologie

de l'Union géodésique et géophysique internationale

---

Supplément de Série II—Tome VII

---

Catalogue  
of the  
Active Volcanoes of the World

B.V.

Edinburgh

1947



# Bulletin volcanologique

ORGANE DE

**l'Association de Volcanologie**

de l'Union géodésique et géophysique internationale

---

Supplément de Série II—Tome VII

---

Catalogue

of the

Active Volcanoes of the World

B.V.

Edinburgh

1947

PRINTED IN GREAT BRITAIN BY  
OLIVER AND BOYD LTD., EDINBURGH

52-5118

## CATALOGUE OF THE ACTIVE VOLCANOES OF THE WORLD

(WITH MAP)

Compiled by W. Q. KENNEDY and J. E. RICHEY

THE Map and Catalogue were compiled during the year 1938, for presentation at the Washington Assembly of the Union in 1939. A basis for the work was provided by a large wall-map showing the active volcanoes of the world which was constructed by one of us (W. Q. K.) in the year 1934. This wall-map, mounted as a major exhibit in the Geological Survey Museum, London, was based largely upon information given by K. Sapper in his book *Vulkankunde*, published in 1927. Various additional sources of information which have been utilised in the preparation of the present Catalogue are indicated below (p. 4).

In the classification of volcanoes here adopted, the term, active, is employed in its wider sense. It is taken to include (a) volcanoes known to have been in eruption within historic times and having eruptive or solfataric activity at the present day, and (b) dormant and purely solfataric types. The term dormant is taken to apply to volcanoes known to have been in eruption within historic times, but which have no eruptive or solfataric activity at the present day; and solfataric to those having present-day solfataric activity, but no historic record of eruption. Extinct volcanoes are not dealt with, the term, extinct, being taken to apply to those with no historic record of eruptive or solfataric activity.

It is realised that the compilation is neither accurate in all its details nor complete. It is, however, hoped that it may assist in furthering a purpose for which it was mainly intended, namely, the compilation of a comprehensive and detailed catalogue of the active volcanoes of the world, which has been envisaged by the Association of Vulcanology for many years. We are permitted by the Secretary of the Association to add that steps are being taken by him to submit plans for the compilation of this catalogue to the Association at an early date.

The cost of drafting the map has been met by a grant kindly made for this purpose by the Bureau of the Volcanological Association. Acknowledgments are also due to Messrs John Bartholomew and Son, Edinburgh, for giving their generous permission to use one of their coloured topographical maps as the basis for the map here reproduced.

## MAIN SOURCES OF INFORMATION

- AGOSTINHO, J. (Azores.) *Bulletin volcanologique*, Nos. 27-30, 1936, pp. 135-137.
- ESCHER, B. G. (Java Arc.) *Bulletin volcanologique*, Ser. II, Tome I, 1937, p. 138 and map.
- JAPANESE SURVEY: *Report of Volcanoes in Manchuria*, No. 1, 1936, Map accompanying memoir.
- KRIJANOVSKY, N. (Kamchatka.) *Bull. Geol. Soc. Amer.*, vol. 45, 1934, pp. 529-550. *See also* H. RECK, and G. HANTHE, *Zeitsch. f. vulk.*, xvi, 1935, pp. 120-127 and map.
- MERCALLI, G. *I. vulcani attivi della terra*, Milano, 1907.
- NAVARRO, F. (Canary Islands.) *Bulletin volcanologique*, 1924, p. 132.
- NESBITT, L. M. (Italian East Africa.) "Danakil traversed from south to north in 1938," *Geographical Magazine*, vol. 76, 1930, map, p. 548.
- PADANG, M. N. VAN. (Submarine Volcanoes.) "De Ingenieur in Nederlandsch-Indie," IV. Mijnbouw en Geologie. "De Mijningenieur," *Jaargang v*, Nos. 5 and 6, 1938, pp. 69-83, 86-103.
- SAPPER, K. *Vulkankunde*, 1927.
- STEHN and WOOLNOUGH. (Rabaul, etc., New Britain.) *See Report to Council of League of Nations, Commonwealth of Australia*, 1928, p. 149.
- STONE, J. B., and EARL INGERSON. (Chile.) *Amer. Journ. Science*, vol. 28, 1934, p. 269.
- TANAKADATE, H. (Kurile Islands, Japan, etc.) *See various reports in Bulletin volcanologique*. Also HANS RECK, *Zeitsch. f. vulk.*, xvi, 1935, pp. 192-198, and Plate 38.
- ZAVARITZKY, A. N. On the volcanoes of Kamchatka. "Kamchatsky Zbornik," I, *Acad. Sci. USSR*, 1940 (in Russian), pp. 181-225.

## LIST OF THE ACTIVE VOLCANOES OF THE WORLD

### SOUTH EUROPE

1. Mt. Albano.
2. Monte Nuovo.
3. Vesuvius.
4. Epomeo, Ischia Is.
5. Stromboli.
6. Vulcano.
7. Etna.
8. Submarine, 1632, 1831. Ephemer Island, Giulia (Ferdinandea, Graham Island).
9. Submarine, Pinnebank, 1846.
10. Submarine, Madrepore Bank, 1845.
11. Submarine, W. of Gozo, 1867, 1911.
12. Submarine, W. of Pantellaria, 1881, 1891.
13. Méthana.
14. Submarine, Ionian Sea, 1886.
15. Submarine, Ionian Sea, 1886.
16. Nisyros.
17. Kamenis, Santorin.

### ASIA MINOR

18. Argaeus.
19. Nimrud.

### AFRICA

#### *Italian East Africa*

20. Mt. Alu.
21. Mt. Gabuli.
22. Mt. Hertale.
23. Mt. Ummuna.
24. Dubbi.
25. Afderá.

#### *West Africa*

26. Cameroon Mt.

### *African Lakes*

27. Teleki.
28. Nyamuragira.
29. Niragongo.
30. Lengai.
31. Merū.

### INDIAN OCEAN

32. Kartala (Greek).
33. Piton de la Fournaise, Reúnion.
34. Heard Island (British).
35. Submarine, 1879, 1883.
36. Ephemeral Island (? volcanic), 1757.

### NEW ZEALAND—SAMOA

#### *New Zealand*

37. Ruapehu.
38. Ngauruhoe.
39. Tongariro.
40. Tarawera.
41. White Island.

### *Kermadec Island*

42. Submarine, 1825. Ephemeral Island (Brimstone Island).
43. Raoul.
44. Submarine, 1886.

### *Tonga Islands*

45. Submarine, S.W. of Tongatabu, 1907.
46. Submarine, N.E. of Tongatabu, 1911.
47. Submarine, N. of Tongatabu, 1874.
48. Falcon Is.
49. Tofua.

50. Metis (Wesley Rock), 1858, 1875,  
and Submarine, 1878 (possibly  
ephemeral island of Maurelle).  
51. Late.  
52. Amargura (Fanualei).  
53. Niua-fu (Goodhope Is.).

*Samoa Islands*

54. Manua.  
55. Savaii, Matavanú, 1905-11.  
56. Savaii, 1902.  
57. Savaii, 1700.

**NEW BRITAIN ARC**

*Loyalty Islands*

58. Fearn or Hunter Is.

*New Hebrides*

59. Yasowa (Tanna Is.).  
60. Submarine, 1881, near Eromanga  
Is.  
61. Submarine, 1897, 1901, between  
Api and Tongoa.  
62. Lópevi.  
63. Mt. Marum. }  
64. Mt. Benbow. } Island Ambrym.  
65. Vanua Lava.

*Santa Cruz Islands*

66. Tinakoro.

*Solomon Islands*

67. Savo.  
68. Bagana.  
69. Balgi.

*New Britain*

70. Matupi (Tawurwur).  
71. Vulcan Island (or Baluan).  
72. Lólobau.  
73. Ulawun (the Father).  
74. Bamns (the Son).  
75. Pango.  
76. Bulu.  
77. Benda.  
78. Nangila.  
79. Ritter Island.

**NEW GUINEA**

80. Morotan, Ferguson Island.  
81. Mt. Trafalgar.  
82. Mt. Victory.  
83. Karkar or Dampier Is.  
84. Manam, Vulcan Is.  
85. Bam or Lesson.  
86. Kadovar or Blosseville.  
87. Blupblup or Garnot.  
88. Oemsini (Arfak).

**HALMAHERA**

89. Makian.  
90. Motir.  
91. Peak of Ternate.  
92. Gamkonora.  
93. Iboe.  
94. Doekono (Maloepang Magiwe).

**JAVA ARC**

*Molucca Islands*

95. Banda-Api.  
96. Seroea.  
97. Nila.  
98. Teon.  
99. Damar.

*Between Wetar and Flores*

100. Api, to N. of Wetar.  
101. Submarine, Emperor of China.  
102. Submarine, Nieuwerkerk.  
103. Batoe Tara.  
104. Siroeng, Pantar.  
105. Ili Lewotolo (Wiriran). }  
106. Ili Weroeng. }  
107. Ili Labalekan. }  
108. Ili Boleng (Adonara). }

*Flores*

109. Leweno (Leroboleng).  
110. Lewotobi Lakilaki.  
111. Lewotobi Perampoean.  
112. Egon.  
113. Keli Moetoe.  
114. Ija (Endeh api).  
115. Poci (Medja).  
116. Paloeweh (Paloë).  
117. Amboeromboe (Inië Rie).  
118. Ineri (Inië Rie).  
119. Inië Lika.

*Soembawa*

120. Sangeang Api.  
121. Tambora.

*Lombok*

122. Rindjani.

*Bali*

123. Agoeng.  
124. Batoer.

*Java*

125. Kawah Idjen.  
126. Raoeng.  
127. Lamongan.  
128. Semerue.  
129. Bromo.  
130. Keloed.  
131. Merapi.  
132. Soendoro (Sendoro).  
133. Pakoewodjo (Dieng).  
134. Boetak Petarangan.  
135. Slamet.  
136. Tjarimari (Tjareme).  
137. Galoenggoeng.  
138. Papandajan.  
139. Goentoer.  
140. Tangkoebanprahoe.  
141. Gedeh.

*Sunda Straits*

142. Krakatau.

*SUMATRA*

143. Dempo.  
144. Kaba.  
145. Soembing.  
146. Kerintji (Peak of Indrapoera).  
147. Talang.  
148. Tandikat.  
149. Merapi (Fort de Kock).  
150. Sorikmarapi.  
151. Boerni Telong.  
152. Peuëtsagoë.  
153. Goldberg, or Sölawaik Agam.

*Andaman Islands*

154. Barren Island.

## NEW GUINEA—PHILLIPINES ARC

*Bay of Tomini*

155. Oena Oena.

*Celebes*

156. Sopoetan (Aesepoet).  
157. Lokon.  
158. Mahawoe.  
159. Tonkoko.

*Sangi Archipelago*

160. Roeang.  
161. Api Siaoe.  
162. Banoea Woehoe, W. of Mahen-getang.  
163. Submarine, 1835, 1919.  
Ephemeral Island.  
164. Awoe.  
165. Submarine, 1922, W. of  
Sangihe.

*Phillipines*

166. Joló.  
167. Macaturin.  
168. Calayo.  
169. Camiguin del Sur.  
170. Canlaon.  
171. Bulusan.  
172. Mayon.  
173. Banájao.  
174. Taal.  
175. Camiguin de Babuyanes.  
176. Didica Riffe.  
177. Babuyan Claro.

## OFF COCHIN CHINA

178. Submarine, 1923. Ephemeral  
Island (Île des Cendres).

*FORMOSA*

179. Submarine, 1854.  
180. Submarine, 1853.  
181. Submarine, 1867.  
182. Submarine, 1925.

### JAPANESE ARCS

#### *Aso and Kirisima zones*

- 183. Iô-Torisima (Ryûkyû).
- 184. Suwanozesima.
- 185. Nakanoshima.
- 186. Shindake (Kutinoerabu).
- 187. Iwôzima.
- 188. Kaimondake.
- 189. Sakurazima.
- 190. Kirisima-Yama.
- 191. Unzandake.
- 192. Aso-San.

#### *Huzi zone*

- 193. ? Guguan.
- 194. Assongsong.
- 195. Uraccas (Farallon de Pájaros).
- 196. Submarine, Minami-Iwôzima,  
1904-05, 1914.
- 197. Kita-Iwôzima (San Alessandro).
- 198. Submarine near Kita-Iwôzima,  
? 1780, 1880, 1889.
- 199. Submarine, 1543 (? position).
- 200. Submarine, 1871 (? position).
- 201. Torishima (Izü).
- 202. Submarine, 1869.
- 203. Submarine, ? 1873.
- 204. Submarine, 1871 (? position).
- 205. Submarine, ? 1672.
- 206. Submarine, 10 miles N.E. of  
Bayonnaise Rock, 1906, 1915.
- 207. Aogashima.
- 208. Hachiozima (Nishiyama).
- 209. Miyake-Zima.
- 210. Mihara-Yama in Oshima.

#### *Japan*

- 211. Hakone-Yama.
- 212. Fujiyama (Fujisan).
- 213. Hakusan.
- 214. Iwôdake (Yakedake).
- 215. Tate-Yama.
- 216. Asama-Yama.
- 217. Siranesan (Kusatu).
- 218. Siranesan (Nikkö).
- 219. Nasuyama.
- 220. Bandaisan.
- 221. Adatarasan.
- 222. Azumayama.

223. Zaosan (Kattadake).

224. Chokaizan.

225. Kampuzan.

226. Akita-Komagadake.

227. Iwatesan (Ganjusan).

228. Yakeyama.

229. Iwakiyama.

230. Oshima.

231. Kamafuseyama.

232. Esan.

233. Komagadake.

234. Usudake.

235. Noboribetu.

236. Tarumai-San.

237. Tokachi.

238. Tokati-Dake (? Optateshike).

239. Meakandake.

240. Siretoko-Iô-Zama

(? Raushidake).

#### KURILE ISLANDS

241. Rausuyama.

242. Chiripnapui.

243. Moyorodake.

244. Suribachiyama.

245. North Brother, Chirnoishima.

246. Simusiri-zima.

247. Shinshiridake.

248. Ketoishima.

249. Submarine, 1924.

250. Matuashima.

251. Raikokejima (Raikôkê-tô).

252. Shiashkotan (South Peak).

253. Shiashkotan (North Peak).

254. Ekarumashima.

255. Chirinkotanshima.

256. Harimkotanshima.

257. Kuroishima.

258. Shirinkishima.

259. Fusz Peak.

260. Iô-Yama.

261. Mosakiriyama.

262. Taketomi Islet.

263. Aliad.

264. Submarine, 1856.

#### MANCHURIA

265. Laoheishan.

266. Huoshaoshan.

## KAMCHATKA

267. Khoashen (Ichinsky).  
 268. Kosheleva (Chaokhch).  
 269. Ilyinskaya (Ilyina).  
 270. Zheltovskaya.  
 271. Ksudach (Stubel volcano).  
 272. Khodutka (Golygina).  
 273. Mutnovskaya Sopka.  
 274. Gorely Khrebet.  
 275. Opala.  
 276. Avacha (Avachinskaya Sopka).  
 277. Koryaka.  
 278. Veer (?).  
 279. Igorevsky (?).  
 280. Zhupanova Sopka.  
 281. Karymshaya Sopka  
     (Berezovaya).  
 282. Karynskaya Sopka  
     (Berezovaya).  
 283. Kikhpinych.  
 284. Kronotzky.  
 285. Kizinen (Shohapinsky).  
 286. Tolbachik.  
 287. Kluchevskaya Sopka  
     (Kamchatskaya, etc.).  
 288. Shiveluch.  
 289. Kikhiihylkhangey (?).

## ALEUTIAN ISLANDS

290. Sitignak.  
 291. Siguam.  
 292. Tanaga.  
 293. Kanaga.  
 294. Adak.  
 295. Great Sitkin.  
 296. Sarytschew.  
 297. Giguan.  
 298. Amuchta.  
 299. Yunaska.  
 300. Ulaegan.  
 301. Tanach-Angunach.  
 302. Tschegulach.  
 303. Retscheschnoj.  
 304. Tuliskoj.  
 305. Bogosloff.  
 306. Makuschin.  
 307. Akutan.

*Unimak Island (U.S.A.)*

308. Pogrumnoj.

309. Shishaldin.  
 310. Khaginak.  
 311. Isannach.

## ALASKA

312. Morschowsky.  
 313. Medwenikowsky.  
 314. Paulowsky.  
 315. Veniaminoff.  
 316. Mt. Martin.  
 317. Novarupta.  
 318. Katmai.  
 319. Jliamna.  
 320. Mt. Wrangell.  
 321. Mt. Sanford.  
 322. Mt. Blackburn.

## CASCADE RANGE, ETC., U.S.A.

323. Mt. Baker.  
 324. Mt. Rainer.  
 325. Mt. St Helens.  
 326. Mt. Hood.  
 327. Lassen Peak.  
 328. Eruption hereabout in 1877  
     (?) volcanic).  
 329. Volcano de las Virgenes.

## HAWAIIAN ISLANDS

330. Haleakalá.  
 331. Hualalai.  
 332. Mauna Loa.  
 333. Kilauea.

## CENTRAL AMERICA

334. Cerro de San Juan.  
 335. Ceboruco.  
 336. Colima.  
 337. Jorullo.  
 338. Ajusco (reputed activity).  
 339. Popocatépetl.  
 340. Orizaba.  
 341. Tuxtla.  
 342. Tacaná.  
 343. Tajumulco.  
 344. Cerro Quemado.  
 345. Santa Maria.  
 346. Atitlan.  
 347. Acatenango.

348. Fuego.  
 349. Pacaya.  
 350. Santa Ana.  
 351. Azalco.  
 352. Playon.  
 353. Illopango.  
 354. St Miguel.  
 355. Conchagüita.  
 356. Cosegüina.  
 357. El Viejo.  
 358. Chichigalpa.  
 359. Télica.  
 360. Las Pilas.  
 361. Momotombo.  
 362. Masaya (2 craters).  
 363. Ometepe.  
 364. Góngora.  
 365. Rincon de la Vieja.  
 366. Poás.  
 367. Irazú.  
 368. Turrialba.

#### SOUTH AMERICA

##### *Colombia*

369. Ruiz.  
 370. Tolima.  
 371. Puracé.  
 372. Doña Juana.  
 373. Galeras.  
 374. Pasto.

##### *Ecuador*

375. Pichincha.  
 376. Antisana.  
 377. Cotopaxi.  
 378. Guacamayo.  
 379. Tunguragua.  
 380. Sangay.

#### *Galapagos Islands (Ecuador)*

381. Narborough Island.  
 382. Albemarle Island.  
 383. Charles Island.

##### *Chile*

384. Licancaur.  
 385. San Pedro.  
 386. Tupungatito.

387. San José.

388. Peteroa.

389. Quizapu.

390. Chillan.

391. Antuco.

392. Lonquimai.

393. Llaima.

394. Villarica.

395. Shoshuenco.

396. Puyehue.

397. Osorno.

398. Calbuco.

399. Submarine, 1878 (position uncertain).

400. ? Chalten, 1878.

401. Between lakes of San Martin and Viedma.

402. Mt. Burney.

#### *Juan Fernandez*

403. Submarine, 1835.

404. Submarine, 1839.

405. Submarine, 1867.

#### WEST INDIES

406. Mt. Misery.

407. Soufrière de Gaudelope.

408. Submarine, 1843.

409. Grande Soufrière (boiling lake).

410. Mt. Pelé.

411. Qualibou.

412. Soufrière (St Vincent).

413. Submarine, 1831, ? 1907  
(position uncertain).

#### NORTH ATLANTIC

##### *Jan Mayen*

414. Beerenberg.

#### *Iceland*

415. Submarine, 1838. } Positions

416. Submarine, 1872. } uncertain.

417. Submarine, 1868. }

418. LeirhafnarSKörd.

419. Leirhnúkur.

420. Krafla.

421. Hrossadalur.

422. Dalfjall.

423. Bjarnarflag.  
 424. Sveinagjá.  
 425. Askja.  
 426. Kverkfjöll.  
 427. Oraefajökull.  
 428. Grimsvötn.  
 429. Laki.  
 430. Eldgjá.  
 431. Katla.  
 432. Krakatindur.  
 433. Hekla.  
 434. Eyafjalla.  
 435. Submarine, 1896 (position uncertain).  
 436. Meitill.  
 437. Brennisisteinsfjöll.  
 438. Ögmundarhraun.  
 439. Trölladyngja.  
 440. Eldeyar.

*Azores*

441. Faial.  
 442. Pico.  
 443. San Jorge.  
 444. Santa Barbara.  
 445. Submarine, 1638. Ephemeral Island.  
 446. Submarine, 1811. Ephemeral Island.  
 447. Sete Cidades.  
 448. Agua de Pau.  
 449. Furnas.

**NORTH ATLANTIC SUBMARINE ERUPTIONS**

450. 1857.  
 451. 1884.  
 452. 1879.  
 453. 1865.  
 454. 1839.

**CENTRAL AND SOUTH ATLANTIC***Canary Islands*

455. Palma : a. Los Llanos ; b. Tialate ; c. Fuencaliente ; d. Charco.  
 456. Teneriffe : a. Siete Fuentes ; b. Fasnia ; c. Güimar ; d. Garachico ; e. Chahorra ; f. Chinyero.  
 457. Lanzarote : a. Timanfaya ; b. Tao, Montana del Fuego y Tiguaton.

*Cape Verde Islands*

458. Fogo.

**CENTRAL AND SOUTH ATLANTIC  
SUBMARINE ERUPTIONS**

459. 1887.  
 460. 1890.  
 461. 1852, ? 1859.  
 462. 1824.  
 463. 1878.  
 464. By St Paul Rock, 1852, 1859.  
 465. By Noronha, 1605.  
 466. 1852.  
 467. 1806.  
 468. 1836.  
 469. 1836.  
 470. 1852.  
 471. 1868.  
 472. 1857.

**ANTARCTIC**

473. Erebus. Lat.  $77^{\circ} 30' S.$ , Long.  $167^{\circ} E.$  Position outside the area of the map.

**ADDITIONAL VOLCANOES**

(Not Numbered)

**KAMCHATKA**

Bakenin (Bakang, Kamchatka Peak), near Koryaka, No. 277.  
 Uzon, near Kikhpinych, No. 283.

**CENTRAL AMERICA**

Paricutin, N.W. of Jorullo, No. 337.

